

Ms 5093/35-40.

Etius localud tanaonizgler
liritspi eluoli auzyn.
haldreyorati.

6 ob. 73 fol. — bcl.

RE. 1. 72 17 52

~~Melyeken~~ Mely földi (nem asillagászati) jelenségnek bi-
zonyítja a földnek tengely körüli forgását?
Kivántatik e kérdés kritikai rövid tárgyalása.

Petőő Loránd

21. lap.

Méltóságos br. Eötvös
Loránd orsz. tanár-
virág. b. tag úrnak

Bejártam Károly részén
a természettanból
házi feladvány ké-
rni.

Budapest 1886. évi április.

Storckhölz
ország. t. v. b. elnök

MAGYAR
TUDOMÁNYOS AKADÉMIA
KÖNYVTÁRA

Szeykora Károly

tanárvizsgálati házi dolgozata

a

természettanból.

MAGYAR
TUDOMÁNYOS AKADÉMIA
KÖNYVTÁRA

T e t e l.

„Mely földi (nem csillagászati) je-
lenségek bizonyítják a földnek
tengely körüli forgását?”

Hivatalos e kérdés kritikai
szigorú tárgyalása.” b. Eötvös Loránd.

A földnek tengelye körül forgása.

Willner. Experimentalphysik I. — Marbach. Physik. Lexicon. — Reich. Fallversuche über d. Umdrehung d. Erde.

A föld tengelye körül forgását bizonyító ervek két csoportba oszthatók, földiekre és égiekre vagy csillagászatiakra, azzerint, amint vagy földi vagy égi tüneményekben lelke alapjukat. A csillagászati ervek negatívek a mennyiben az ellenkező valószínűtlensége vagy éppen lehetlenségéből engednek következtetni; a földi ervek általában pozitív ervek, mivel vagy egyenes kísérleti bizonyítások, vagy más tünemények közvetlen okai. Ezen utóbbi ervek közt minden esetben első helyen állanak azok, melyekkel kísérletileg bizonyíthatjuk a föld forgását. Ilyen elsősor is

I. Foucault ingakísérlete.

MAGYAR
TUDOMÁNYOS AKADEMIA
KÖNYVTÁRA

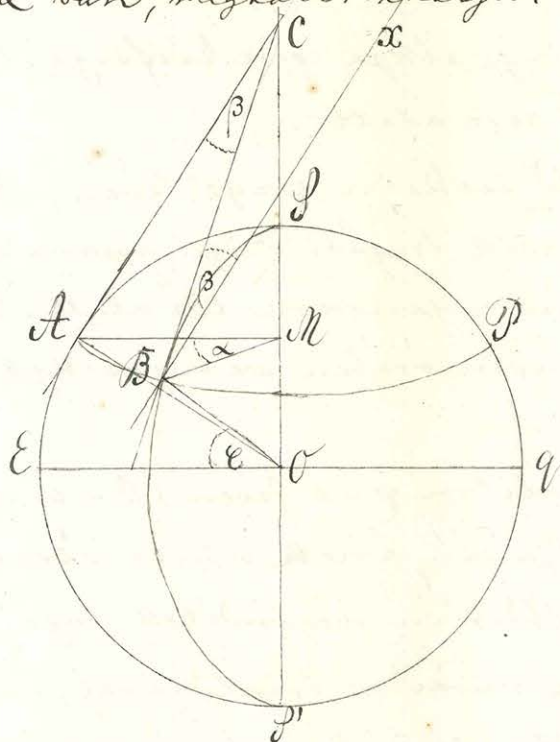
Foucault Leo alapkísérlete ez volt. Egy gömbölyű pálca egyik végét az extergán megerősítette, a másik végét pedig kimozdítván nyugvási helyzetéből lengő mozgásba hozta. Erre a pálcát hossztengeleye körül forgatta és azt tapasztalta, hogy a pálca lengéseit állandóan ugyanazon síkban végzi, miből a lengési sík megtartásának törvényét megismerte. Foucault erre tovább ment. Lengő pálcáját gondolatban a föld sarkára helyezte és így okoskodott:

Ha a föld forog, mit mi erre nem vehetünk, a pálcza lengési síkjá e forgásban rejt nem vehetően, a lengési sík látszólagos forgásának kell bekövetkeznie. Azonban lengő pálcza e célra nem volna alkalmas; mert ez csakhamar megszűnik lengeni, a föld forgása pedig igen lassú. Alkalmas azonban a hosszú inga, mely ekkáig képes lengeni. Már most dörmögő belátni, hogy a sarkra helyezett ilyen inga síkjá 23° k $26' 4''$ alatt – vagyis egy csillagnap alatt – éppen egy körben fordulna meg. Azt is elképzelhetjük, hogy a föld egyenlítőjén lengő inga síkjá nem szenved látszólagos forgást, minthogy itt lengési síkjá már nem forog azon függélyes körül, melyet felakasztási pontjából a látlatára huzva képezzünk. Ebből ugyan^{már} következtethetjük, hogy az inga síkjá az egyenlítő és sark közötti helyeken kisebb-nagyobb mérvű látszólagos forgásnak van alávetve; de, hogy mekkora egy-egy napi forgás az említett helyeken, azt csak úgy elképzelni vagy számítás nélkül meglátározni nagyon bajos dolog volna. Ha ezt mégis tudni akarjuk, akkor a téményt a mennyiségtannal hozzá kell kapcsolatba.

A kérdés tehát ez: mekkora látszólagos forgása van az inga síkjának valamely φ szélességi helyen?

Az 1. ábra a földet állítja eléünk, melynek sarkai S, S' , egyenlítője E, q . Képezzünk a φ szélességi A pontban egy ingát éppen a délkör síkjában lengeni; az inga lengési irányát akkor AC érintő fogja mutatni. A föld forog, és T idő alatt $ASMB$ $\angle = \alpha$ szögnyi forgást végez. Minthogy a lengési sík iránya állandó, azért az B helyzetbe érkezve, ugyanazon $Bx \parallel AC$ irány felé áll. Képezzük most ismét egy érintőt B -re

a dél irányában; ez természetesen AC -vel C -ben fog találkozni és BC -vel azon $CB\alpha\varphi = \beta\varphi$ szöget adja, mely a lengési sík látszólagos forgásának felel meg T idő alatt. Látható, hogy $\beta\varphi$ kisebb mint $\alpha\varphi$. Nincs tehát egyéb hátra, mint a két szög közti viszonyt megkeresni, miből $\beta\varphi$ nagyságát, mire szükségünk van, meghatározhatjuk.



1. ábra.

Ha A helyre a föld egy teljes körforgásának minden pillanatában AC és BC -vel egyértelmű érintőket húzva gondolunk, kúpot nyerünk, melynek alapterülete $ABCB$ párhuzamos kör. AB ív hossza, mint a kúp alapterületének íve

$$AB = \beta \cdot AC$$

Ugyaneren ív hossza, mint a párhuzamos kör íve

$$AB = \alpha \cdot AM,$$

$$\text{tehát } \beta \cdot AC = \alpha \cdot AM \dots (1)$$

$$\text{De } AM = AO \cdot \cos \varphi = R \cdot \cos \varphi$$

$$\text{és } AC = AO \cdot \operatorname{ctg} \varphi = R \cdot \operatorname{ctg} \varphi$$

Ez értékeket (1)-be téve

$$\beta \cdot R \cdot \operatorname{ctg} \varphi = \alpha \cdot R \cdot \cos \varphi,$$

$$\text{miből } \beta = \alpha \cdot \frac{\cos \varphi}{\operatorname{ctg} \varphi} = \alpha \cdot \sin \varphi.$$

MAGYAR
TUDOMÁNYOS AKADÉMIA
KÖNYVTÁRA

Vagyis: az inga látszólagos forgását egy φ szélességi helyre megtaláljuk, ha az észlelési időnek megfelelő forgási szöget azon hely szélessége $\sin.$ ával szorozzuk.

Tehát egy egész napnak megfelelő forgása az inga síkjának, minthogy ekkor $\alpha = 360^\circ$,

$$\beta = 360^\circ \sin \varphi.$$

Például Budapesten, melynek szélessége = $47^\circ 29' 14''$ az inga síkjának napi forgása

$$\text{volna } \beta = \alpha \cdot \sin 47^\circ 29' 14'' = \alpha \cdot 0,73713.$$

$$= 360 \cdot 0,73713 = 265^\circ 22'$$

Ugyanitt az inga síkjá egész körforgást lenne 32 óra 33.5 perc alatt.

A föld sarkain $\varphi = 90^\circ$ lévén, $\beta = \alpha$, azaz az ingasík forgási szöge ugyanarra, mint a föld forgása ugyanazon idő alatt. Itt tehát például minden órában az ingasíkja 15° szöget fordulna.

Az egyenlítőn $\varphi = 0$ lévén, $\beta = 0$, azaz az egyenlítőn az inga síkjának nincs látszólagos forgása; mert itt a délkörben megindított inga iránya mindig ugyanaz marad az érintőkéival, melyek az egyenlítővel a földtengellyel párhuzamosan vonatnak.

Hogy az inga az eddigiekben a délkör síkjában kezdette lengéseit, az csak a számítás egyszerűsítése miatt történt; mert hogy a kísérlethez éppen nem szükséges, magyarázatra nem szorul.

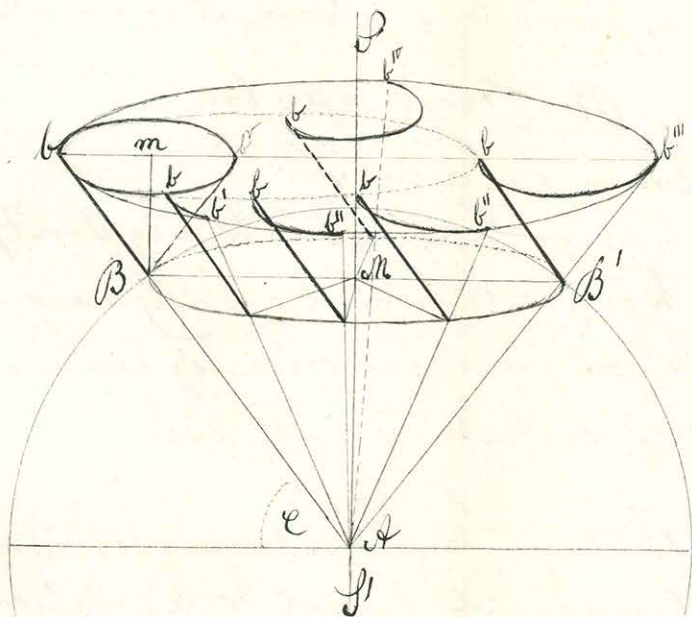
Foucault e szép kísérletet a párizsi csillagda-ban egy 11m hosszú ingával mutatta be a világnak. Sűrűn következtek erre mindenfelé újabb és újabb kísérletek, melyek a számítás-sal igen közel öszerező eredményeket adtak.

Hogy eltérést mutatkozik e kísérletnél, az onán van, hogy az inga a lég ellenállása miatt, mikor a hibás felakasztás, megindítás vagy egyéb zavaró körülmény is járulhat, keves idővel a megindítás után síkjából lassankint kitér és eliptikus pályát ír le. Ez azonban mitsem von le e gemialis kísérlet bizonyító erejéből.

II. A szabad tengely.

Mintán Foucault már megmutatta, hogy miképen lehet az inga lengési síkje állandóságát a föld forgásának kísérleti bizonyítására használni, könnyű volt arra a gondolatra jönni, hogy a szabad tengely, mivel hasonlóan állandó irányt tart, szintén alkalmas lehet e célra.

Iha a föld forog, így minden sugara egy kúpfelületet ír le. Így a 2. ábrán, melyen PS' a földtengelyt, Eg az egyenlítőt jelenti, AB földsugár $BB'B'A$ kúpot írja le a föld egy napi fordulásával.



2. ábra.

Legyen Pb egy pörögő szabad tengelye, melynek AB földsugárral egy ugyanazon iránya van. Elképzélhető, hogy Pb szabad tengely csakis ezen helyen esik össze AB sugár irányával, és AB minden egyéb helyzetében tőle egy bizonyos bb' , bb'' , bb''' ... körívvel elmarad, mert a szabad tengelynek eredeti irányával folytonosan egykörünek kell maradnia, vagyis állandóan ugyanazon a csillagra kell irányulnia. Ebből egyszerűen látható, hogy a $b-Eg$ meghatározott gondolt földsugár Pb mellett szintén egy kis kúpfelületet ír le, mely

a földengár által kirthoz hasonló'. Vagy ha a kísérletet magunk elé' gondoljuk, Bb pörög^o szabad tengelye, mert a föld forgását észre nem vehetjük, előttünk egy kúpfelületet látunk leírni.

Foggy már most a kísérletet mennyiségtani alapra fektessük, arra kell törekednünk, hogy a szabad tengely által létrehozottan leírt kis kúp alaphelyzetének bizonyos T időre eső ívét kiszámítsuk. Ehhez ugyanazon alap bm sugara szükséges, melyet α szögből lehet meghatározni:

$$AB : BM = Bb : bm$$

Vagy mivel $AB = R$, $BM = R \cdot \cos \varphi$; jelöljük továbbá a pörög^o tengelyének Bb hosszát a -val akkor lesz

$$R : R \cos \varphi = a : bm,$$

miből $bm = r = a \cdot \cos \varphi$.

Azaz: a pörög^o tengelyének végpontja akkora sugáru kört ír le, mint a mily nagy a tengely és azon helyen földrajzi szélesség \cos -ának szorzata.

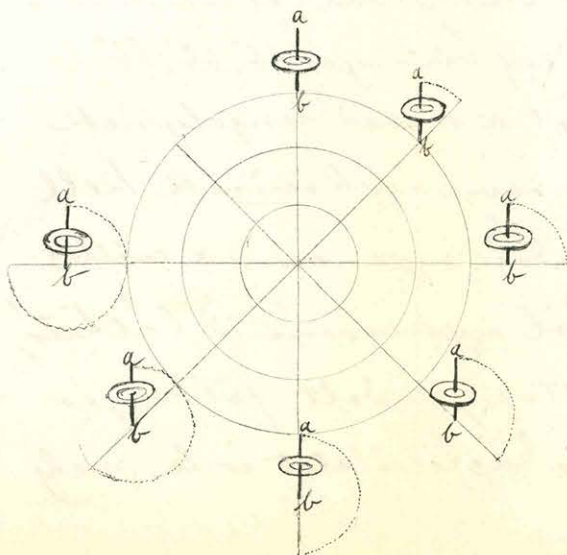
A föld sarkain $\varphi = 90^\circ$ lévén

$$r = 0,$$

vagyis a földtengelyével párhuzamos irányu szabad tengely oly kúpot ír le, melynek alapja egy pont, más szóval az ily irányu szabad tengely a föld forgását nem mutatja.

Az egyenlítőn $\varphi = 0$ és $r = a$, azaz a látható mértékben álló pörög^o szabad tengelye itt oly kúpot ír le, melynek alapsugara egyenlő a kúp oldalmagasságával, ily kúp magassága = 0 vagyis kör. Tehát az egyenlítőn a szabad tengely saját hosszával mint sugárral ír le egy kört (3. ábra).

3. ábra.



A kísérlethez álló pörgőt természetesen nem lehetne használni, minthogy ezt a föld vonzása (saját súlya) csakhamar kizavarná eredeti irányából és mutatóba hozná. De egy karikaszekrényben szabadon felelteszett pörgő, mihez hasonlít a Bohnenbergféle gépeskén láthatunk már alkalmas volna a célra. Az ily gépen a pörgőnek tetsző szerinti helyzetet adhatnánk, tehát olyat is, hogy tengelye a föld tengelyével párhuzamos legyen, akkor $\varphi = 90^\circ$ és $r = 0$.

E kifejezés tehát alkalmas volna annak kipróbálására, hogy a pörgő helyes-e is használható-e a kísérletre; Mert ha $\varphi = 90^\circ$ helyzetben a forgó pörgő irányából kimozdul az annak a jele, hogy a pörgő hibás.

Továbbá $r = a \cos \varphi$ kifejezésből látni, hogy r értéke a és φ növekedésével nő. Ez módot adtunkunkba a kísérletet eclatanszá tenni. Ugyanis minthogy $\cos \varphi$ legnagyobb értékét 90° -nál éri el, a pörgőnek oly állást adunk, hogy tengelye a föld tengelyére merőlegesen álljon. Aztán mivel a pörgő tengelye kisiny, a végére egy kis tükröt alkalmazunk és egy rá vetett fényzugarral tetsző szerint meghosszabbíthatjuk a pörgő tengelyét. Sőt a fényforrás alkalmas elhelyezésével a szabad tengely látszólagos forgását megfigyelhetjük; tudván azt, hogy a tükrök képe fordulásiának szöge kétszer akkora, mint a tükrövé. A pörgőt ilyképen kezelve, ha a fényzugarral meghosszabbított szabad tengely 10 métert teszen, 5 perc alatt már 0.43634 méter hosszu körívét ír le a fény sugar végpontja.

Igy tekintve a pörgőt, roppant sok előnnyel bír az inga fölött. Nemcsak azért, mert sokkal gyorsabban juttat eredményhez, mint az inga, hanem még pedig a föld minden helyén egy-

formán (nem úgy mint az inga); hanem különösen azért, mert nem kell neki magas tornyokat, nagy tornyokat keresni, hanem bármely szűk szoba is elég teret volna számára. Hogy ily kísérletek a múzeumokban mégsem találhatók, annak okai hihetőleg azon nehézségek, melyekkel a kísérletek pontos elvégzése jár. —

III. A Newtonféle esési kísérlet.

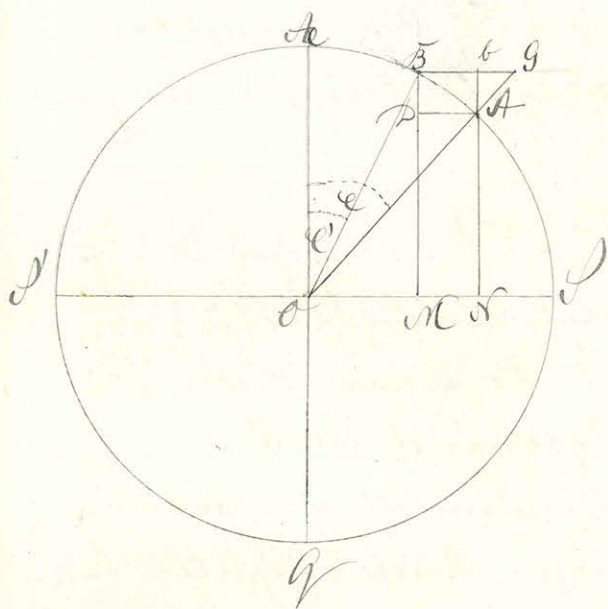
Azon jelenség, mely szerint valamely tetsző magasságból eső test a függőleg iránytól eltérve kelet felé esik, szintén kísérlet foglaltó bizonyíték annak, hogy a földgömb nyugat-kelet felé forog tengelye körül.

Newtonig azon véleményben voltak, hogy ha a föld forog, a magasból leejtett testnek nyugat felé kell esni; mert — így okoskodtak — a test esési ideje alatt a föld kelet felé haladt előre, tehát az eső testnek nyugat felé kell visszamaradnia. De ezek (köztök Riccioli és Tycho is) nem gondolták meg, hogy azon eső test csarnagy rejtett van a föld forgásában, mint a földközi lég vagy bármely test mely a földhöz tartozik, minden test bizonyos sebességgel bír, melyet télenességénél fogva megtart mindaddig, míg valamely külső ok azt meg nem szünteti. Azon lecső test szintén megtartja sebességét s nincs ok, mely azt megszüntetné. — Ezt ellenkezőleg — így fordította meg Newton azok okoskodását — éppen azért mivel a test eséstől is megtartja sebességét, és mert a magasan levő testek nagyobb forgási sebességgel bírnak, — a leejtett testnek nem nyugat — hanem kelet felé kell eltérést mutatni. De kezdjük a dolgot előbből.

Föltéve, hogy a föld forog, szükségképen követ-

Kerik, hogy a különböző szélességek alatt fekvő helyek különböző sebességgel bírnak, mivel ugyanazon idő alatt különböző utakat kell megfutniuk).

Emel fogva az egyenlítő egy pontja legnagyobb a sarkpont legkisebb (=0) sebességgel fog bírni. Továbbá az egy ugyanazon szélességi pont annál nagyobb sebességgel bír, minél magasabban fekszik a földszint felett, vagyis minél távolabb van a forgási tengelytől. A torony legfelsőbb pontja nagyobb sebességgel halad kelet felé, mint annak alappja; a kut teteje gyorsabb, mint annak fenek. Ha a 4. ábrán AB , AB -et földgömb φ szélességi helyén álló magas tárgyat jelent, így G is nagyobb (c') sebességgel bír mint A , ha SP a forgási tengely. Következésképpen utjaik (s' és s) is különbözőek.



Ejtessék már most G -ről egy súlyos golyó, akkor ez tehetetlenségénél fogva G -beli sebességét eséseben is megtartván, természetesen A pontba nem eshetik, hanem A -tól (körülbelül) annyival esik előre kelet felé, a mennyivel nagyobb utat futott volna meg, ugyanazon idő alatt mint A pont, ha G -ben maradt volna. Ez útkülönbséget könnyen meghatározhatjuk. Ugyanis a különböző sebességek c' és c -vel T -vel pedig az esési időt jelölve G és A útkülönbsége (D) lesz

$$s' - s = D = (c' - c)T \quad (1)$$

$c' - c$ ismert mennyiségekkel való kifejezésére huzzunk G -n át a földtengellyel egy párhuzamost, akkor az φ szélességi B helyre érünk, melynek ugyanazon sebessége van, mint G -nek.

$$B \text{ hely sebessége } c' = \frac{2\pi R \sin \varphi}{T}$$

$$A \text{ " " " } c = \frac{2\pi R \sin \varphi}{T}$$

E értéket (1)-be téve

$$D = \frac{2\pi(BM - AN)T}{t}$$

De $BM - AN = BS = AB(\sin 90^\circ - \varphi)$, vagy ha $AB = a$, $BM - AN = a \cos \varphi$, és

$$D = \frac{2\pi a \cos \varphi T}{t}$$

E kifejezés szerint kiszámíthatjuk G és A pontok útrőlönbréjét, mely azonban még koránsem ugyanaz a keresett test keletre eltéréseivel. Mert az első test nem erik egyenes vonalban, hanem Hooke számításai szerint körülék vonalban, Hooke állítását Newton, ki az első test útját csavarvonalnak mondta, igaznak találta. De továbbá mivel az ilyen kísérletet légüres térben végezni nem lehet, a lég ellenállásait is tekintetbe kell venni. E körülményeket Olbers képletében *) méltányolva találjuk, mely a következő

$$E = \frac{4\pi \cos \varphi T}{3 \cdot t} (a - \frac{1}{2}d)$$

Ezen képlet szerint tehát kiszámíthatjuk az első test kelet felé eltéréseit, ha a számítás a kísérlettel összekapcsoljuk. Ugyanis d itt a -a, vagyis a $[a = \frac{gt^2}{2}$ képlet szerint] kiszámított és a valóban megfutott utak különbsége. Reich e képletet használta, hogy kísérleteit, melyeket egy freibergi bányában tett, az elmélettel összehasonlítsa. Reich kísérleteihez jémgolyókat használt, melyek központiámban 158,5407 meter (= a) magasságból 360,59 harmadpercig (= T) estek. Ha a golyók légüres térben estek volna, Freibergben a nehézségi erő $g = 9.80878 \text{ m/s}^2$ lévén, $a' = \frac{g}{2} T^2 = 4.90439 \frac{(360.59)^2}{3600} = 177.1372$ meter utat futottak volna meg. De a lég ellenállása miatt ~~csak~~ 18.5965 meterrel kisebb utat futottak meg, mert $d = a' - a = 177.1372 - 158.5407 = 18.5965 \text{ m}$. Egy csillagnaphan van: $86400 \frac{365}{366} 60$ harmadperc.

*) Benzenberg. „Versuche über d. Umdrehung d. Erde. Dortmund. 1889.” pag. 382. — Reich. Fallversuche pag. 47.

Ex értéket a fönnebbi répletbe téve

11

$$E = \frac{4 \cdot \pi \cos. 50^\circ 53' 22,81'' \cdot 360,59}{3 \cdot 86164 \cdot 60} (158,5407 - 9,2482) \text{ meter}$$

$$= \frac{4 \cdot \pi \cdot \cos. 50^\circ 53' 22,81'' \cdot 360,59}{3 \cdot 86164 \cdot 60} \cdot 149242,5 \text{ mm} = 27,512 \text{ mm}.$$

A golyók középértékben 28,346 mm-ternyire estek kelet felé, mely eredményt a számításal összehasonlítva 0.884 mm különbséget kapunk. Ha meggondoljuk, hogy mennyi nehézséggel van összehozni az ilyen kísérlet, e különbség igen csekélynek fog látszani, és éppen semmit sem von le ezen a föld forgását bizonyító időrendben első kísérlet bizonyító erejéből.

Benzonberg 1802-ben Hamburgban egy toronyból ejtett súlyos tárgyakat, melyek 235 lábrol esvén 39 vonalnyi releti eltérést mutattak. Hayano 1804-ben 260 lábnyi magasság mellett 5 vonalnyi eltérést észlelt.

E két észlelő előtt Hooke, Guglielmini és mások tettek ez irányban kísérletet, de eredményre nem jutottak, mert vagy nem vettek elég magasságot, vagy nem fordítottak elég pontosságot a kísérlet kivételére; mert a tárgyak leesésénél előfordulható légköri zavaró körülmény igen nagy hibákat okoz az eredményben, mely ugyis mindig csekély. — Messemie és Moutier függőlesen a földbe ásott ágyból kilőtt golyókon akarták ez eltérést észlelni. De hogy mily pontosság várható az ilyen kísérlettől látható abból, hogy az egyik golyó 1800 lábnyira délkeletre, a másik 2200 lábnyira keletre esett az ágyból; egy harmadik golyót pedig meg sem lehetett találni. Különben e kísérlet, ha még oly pontosan volna is kivihető nem adhatna föltételezésül a föld forgásáról, mert a kilőtt golyó azon keleti sebességét, melyet az ágyban birt, megtartja a magasban is; következésképp, ha függőlesen szállana is föl és a légellenállása keleti irányba nem térítene, úgy annak az ágy torkába vissza kellene esnie.

IV. A nehézségérő fogyása az egyenlítő felé.

A nehézségérő fogyása az egyenlítő felé kettő évet magában rejlő jelenség, mely a föld forgását bizonyítja.

a) Tapasztalat által igazolt tény az, hogy a nehézségérő, vagyis azon erő, melyet a föld a felületén lévő testekre gyakorol, ugyanazon helyen ugyanaz. Ha például valamely helyen különböző anyagu testeket ugyanazon magasságból leejtünk, azok a légüres térben egyszerre érnek a földre. De ha a föld két különböző szélességű helyén ejtjük le a tárgyakat egyenlő magasságból azt tapasztaljuk, hogy a magasabb szélesség alatt gyorsabban érnek. Miből a nehézségérő hatályának különbözősége önként következik. Sőt ugyanazon kísérlettel meg lehetne mérni a vörös hatályának különbségét a földnek két vagy több helyén. Az ilyféle mérések azonban sok bajjal járnának; mert a nehézségérőben tapasztalt különbségek igen csekélyek, a testek esése pedig igen gyors, ha egyéb körülményt nem is veszünk figyelembe. Biztosabb mérlege a nehézségérőnek az inga.

Nicolas Richer, francia tudós, 1672. ben Párizsból Cayenne szigetére utazott, egy pontosan körépído szerint járó ingaórát vitt magával. Richer ez órán azon meglepető tüneményt észlelte, hogy az Cayenne szigeten naponként $2'28''$ perccel késik, úgy hogy az óra ingáját közel $\frac{5}{4}$ pár. vonallal meg kellett rövidítenie, hogy ismét körépído szerint járjon. Párizsba visszérkezvén a Cayenneben megrövidített ingáján óra itt éppen $2'28''$ percet vett.

Itt tehát az óra ingáját ugyanannyival meg kellett hosszabbítani, mint a mennyivel Cayenne sügétén megrövidítették, hogy megint körépido szerint járjon.

Ei értelet világosan szól a nehézségi erő külön-
bözősége mellett és egyszerre mind könnyű mó-
dot nyújt annak megméréseire. Ehhez ugyanis
csak az szükséges, hogy a másodperc inga hossz-
sága a különböző szélesség alatt a legpontosabban
megméréssék. Ilyféle mérések csakugyan történtek
is, és a tett mérések eredményeinek összehasonlí-
tásából kitűnt, hogy a másodperc ingának hosz-
sa valamely hely szélessége sinusának négyzeté-
vel arányos. Vagyis ha l a másodperc inga hossza
az egyenlítőn, akkor a másodperc inga hossza (L)
valamely φ szélességi helyen

$$L = l + x \sin^2 \varphi,$$

mely kifejezésben x tapasztalatból meghatározandó.
Tudván már most a másodperc inga hosszát va-
lamely helyre, könnyen kiszámíthatjuk a nehé-
ségi erőt ugyanazon helyre, e képlettel

$$t = \pi \sqrt{\frac{L}{g}}.$$

$t = 1''$ lévén, a nehézségi erő az egyenlítőn

$$g = \pi^2 l,$$

és egy másik helyen $g' = \pi^2 L$,

$$\text{tehát, ha } l=1 \quad g' = gL = g(1 + x \sin^2 \varphi)$$

Labine mérései szerint a tengerszinre vissza-
vezetett ^{értékei} a sebességei

az egyenlítőn $\varphi = 0^\circ$, hol a 1'' inga hossza 0.990938 m $g_0 = 9.78009 \text{ m}$

$\varphi = 45^\circ$, " " 0.993505 m $g_{45} = 9.80552 \text{ m}$

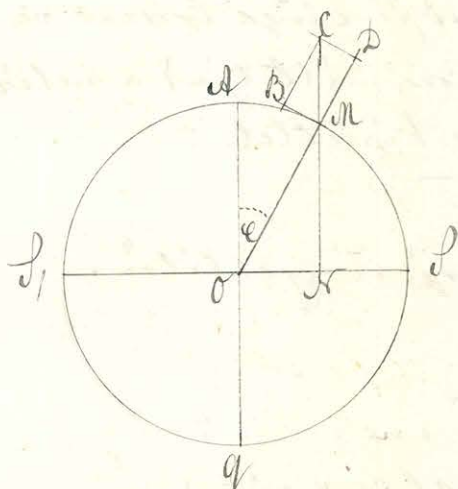
a sarkokon $\varphi = 90^\circ$ " " 0.996080 m $g_{90} = 9.83089 \text{ m}$

A sark és egyenlítő sebessége közti különbség
 $g_{90} - g_0 = 0.05080$ lévén, mit a fennebbi kifejezésben
 g_x helyébe írván, lesz

$$g' = 9.78009 + 0.05080 \sin^2 \varphi, \dots (\alpha)$$

mely kifejezés kifejezés szerint bármely hely sebessége ki-
számítható.

Haszonlításuk össze a tapasztalati tényeket az elmélettel. Ha feltesszük, hogy földünk egyenlő tömörségű tökéletes gömb, mely teljében nyugalomban van, akkor nincs ok, mely a nehézségi erőnek tapasztalt arányos fogyását és növekedését előidézné. Most ily feltetés mellett a földfelület minden pontja a középponttól, hol a nehézségi erőt összpontosítva gondoljuk, egyenlő távolságra lévén, egyenlő vonzás alá esnek. Ha azonban feltesszük, hogy a föld forog, úgy a forgása miatt szükségképp kifejlődő röperökben már bírnak oly térszínt, mely a nehézségi erőben mutatkozó különbségekre szép világot derít. Ugyanis a röperök a nehézségi erővel éppen ellenkező irányban lévén azt nyilván többé-kevésbé gyöngítik. Ez utóbbi feltetés mellett maradván, a földön levő testek nehézsége két ellentett erő eredőjének tekinthető, mely erők aronban csak az egyenlítőn egyenesen ellentettek, másutt bizonyos szög alatt hatnak egymásra.



5. ábra.

Éleltsé a 5. ábrán SP , a
föld tengelyét, az, az egyenlítő,
az egyenlítőn kifejlődő röper
 F ; akkor a C síkmező
A helyre a röperét meg-
találjuk az arányból

$$F:f = 20: \text{Mar.}$$

Vagy mivel $MN = OM \cos \varphi$

$f: f = f: \cos \varphi$, mit φ

$$f = F \cos \epsilon$$

vagyis a röperő a sarkok felé a földrajzi szélesség
cos. sa szerint fog. Továbbá M hely röperjét
két irányvonal bontván, melyek körül DM , ha
 M pont szilárdan áll hatást nem gyakorol, a má-
sik aronban $DM = CM \cos \varphi$, a föld nehérség erejé-
nek ellene működik. $CM = f$ lévén lesz még

$$G_M = F \cdot \cos 2\varphi,$$

vagyis a riper⁴ a mehersegerőt a földrajzi szélesség
coszinuszának négyzete szerint gyöngíti.

Ha tehát G -vel azon nehézségerőt jelöljük, mely jelentkezik, ha a föld nem forogna, akkor φ szélességű helyen $g' = G - F \cos^2 \varphi$.

Most még csak a r -perőt kell tudnunk. Ez ha a föld egyenlítőjének hosszát közelítőleg 40000000^m -nek vesszük, ugyanazak az egyenlítőre

$$\frac{4\pi^2 R}{T^2} = \frac{2\pi \cdot 40000000}{(24 \cdot 60 \cdot 60)^2} = 0,03368 m. = F$$

Ezt az előbbi kifejezésbe téve

$$g = G - 0,03368 \cos^2 \varphi.$$

Ebből G meghatározható. Ugyanis az egyenlítőn $\varphi = 0$, tehát

$$G = 9,78009 + 0,03368.$$

Végre bármely φ szélességű helyre

$$g' = 9,78009 + 0,03368 - 0,03368 \cos^2 \varphi$$

$$g' = 9,78009 + 0,03368 (1 - \cos^2 \varphi)$$

vagy $g' = 9,78009 + 0,03368 \sin^2 \varphi \dots (\beta)$

Ha már most a (β) kifejezést (α) kifejezéssel (13. lap) összehasonlítjuk, meggyőződhetünk helyesrűgéről azon feltevéseinknek, mely szerint a föld különböző helyein észlelhető nehézségkülönbségek csakugyan a föld sűrűségének következményei. És ha ezen feltevés helyes, úgy a föld forog.

Van azonban (α) és (β) kifejezésekben olyan rés is, melyben azok nem egyeznek meg t. i. $\sin^2 \varphi$ együtthatói. Ugyanis (β) -ban $\sin^2 \varphi$ együtthatója kisebb, a miért g értékei kisebbek (β) szerint kiszámítva, mint az észlelésből találtak. Ennek oka, mint azonnal látni fogjuk, az, hogy a földet tökéletes gömbnek vettük fel.

b.) Már a fentebbi feltevéseink, mely szerint a földet tengelye körül forognak gondoltuk – Newtonnal okoskodva – magában zárja az szükségesség következményét, hogy a föld anyaga, mely – a plutoniemus szerint csakugy, mint a neptu-

hogy a délkör az egyenlítőnél nagyobb, a sarkok felé pedig kisebb görbületet bír. Ha már most azon mérési eredményeit felhasználva a délkör különböző görbületi sugarait meghatározzuk, és az ezeknek megfelelő köríveket meghúzzuk, úgy egy kerületvonalat kapunk, melynek kis tengelye a föld átmérője a sarkoknál, nagy tengelye pedig annak átmérője az egyenlítőn. E kerületet kis tengelye körül forogatván oly felületet nyerünk, mely a föld felületét állítja elő. — Ilyféle mérések — noha nem a mondott módszereslegyen történtek is, melyek valóban azon eredményre vezettek, hogy a föld alakja a forgási kerületkedvező legjobban hasonlít.

Ebből kiindulva a föld valamely délre nagy és kis tengelyének, vagy bármely görbületi sugarának kiszámításához csak az szükséges, hogy két különböző (e, e') helyiségű ϕ és ϕ' hosszai a legh pontosabban megmérésenek. Ez megtörténvén felvehetjük, hogy e fokok hosszai a köríjok tartozó görbületi sugarakkal (R, R') egyenes viszonyban állanak, *)

$$G: G' = R: R' \text{ vagy, mivel}$$

$$R = \frac{a(1-e^2)}{(1-e^2\cos^2 e)^{3/2}} = a(1-e^2)(1-e^2\cos^2 e)^{-3/2}$$

$$G^{2/3}: G'^{2/3} = (1-e^2\cos^2 e') : (1-e^2\cos^2 e), \text{ miből}$$

a délre központi kivülisége

$$e^2 = \frac{G^{2/3} - G'^{2/3}}{G^{2/3}\cos^2 e - G'^{2/3}\cos^2 e'}$$

A központi kivüliség és ezen arány segítségével

$$\frac{\pi}{180} : G = 1 : R$$

kiszámíthatjuk a nagytengelyt; mert

$$R = \frac{180G}{\pi} = a(1-e^2)(1-e^2\cos^2 e)^{-3/2}, \text{ tehát a nagytengely fele}$$

*) Petzval. Fölsőbb mennyiség-tan I. r. 299. l.

$$a = \frac{180 \sin(1 - e \cos^2 e)^{\frac{3}{2}}}{\pi(1 - e^2)},$$

a kis tengely fele pedig: $b = a \sqrt{1 + e \cos^2 e}$.

Végre a nagy és kis tengelyből a föld lapulata: $\frac{a-b}{a}$.

A föld lapulata Walbeck szerint, hat formérés összevetéséből, $\frac{1}{302,78}$; Kater szerint a Nagybritanniaiban történt mérésekből $\frac{1}{304}$; Bessel szerint, több mérésekből, $\frac{1}{299}$; James, újabb mérések nyomán, az $\frac{1}{294}$ nék találta; Sabine számos ingázásiérletből ugyanazt $\frac{1}{289}$ nék találta stb. Mint látniuk ez eltérések nem revésé törnek el egymástól. És valóban a hány formérés töstént annyiféle eltérést találta a lapulatra. Miből Munde következteti, hogy a föld szabályos sphaeroid alakjában több helyen nevezetes mélyedésekkel és domborodásokkal bír.

Tudván azt, hogy a föld nem tökéletes gömb, érthető lesz azon eltérés is, mely formébb mutatkozott, midőn az észlelésből nyert (α) és a röperő számba vételéből nyert (β) kifejezést összehasonlítottuk. Ugyanis a lapulat következtében a magasabb szélessége alatt levő teretek a föld középpontjához, hol a nehézségerőt összpontosítva képzeljük, közelebb esnek, minél fogva nagyobb vonzás alá esnek. Erést van (α) kifejezésben $\sin^2 e$ -nek nagyobb együtthatója.

Az erdigieret célunkhoz képest egy foglalhatjuk össze. A tapasztalat bizonyítja, hogy a föld a sarkoknál lapult, az egyenlítőn pedig domborodott. Ily alakot a földnek csak a röperő adhatott, mely forgása következtében kifejlődik. Minthogy e két tényező elegendő a nehézségerőnek az egyenlítő felé fogása megfejtésére; következik, hogy a nehézségerőnek az egyenlítő felé fogása bizonyítja a föld tengelye körüli forgásának.

V. A passatszelek.

Megállapított tény az, hogy vannak állandó szelek, ugynevezett passatszelek, melyek az északi féltekén észak-kelet felől dél-nyugat felé, és dél-nyugat felől észak-kelet felé tartanak. Az előbbiek az egyenlítőn már egészen keleti-, az utóbbiak pedig a magasabb szélességek alatt nyugati szelekké lesznek. E szelek oka a forró egyenlítői lég nagy felmelegedése és emielfogva felemelkedése, és a sarki légnek mint súlyosabbnak az egyenlítő felé áramlása, elfoglalandó azon helyet, melyet fölemelkedett forró lég hátra hagyott. Irányváltásának oka azonban, mint Hadley először helyesen megfejtette a föld nyugat-keleti forgásában fekszik.

Ugyanis ha földünk nem fordulna maga körül, akkor az északi légáramlat egyenes irányban délnek, az egyenlítői pedig északnak merne, vagyis akkor állandó déli és északi szelek volnának. De a föld nyugat-keleti irányban tengelye körül forog, mely forgásban a légkör is részt vesz. Az egyenlítői légnek nagy, a sarkainak csekély nyugat-keleti sebessége van, és a lég gyorsaságát akkor is megtartja, midőn helyet cserél.

Miből következik, hogy az északi légáramlat nagyobb sebességű helyekre érkezvén erektől elmaradoz és lassankint nyugati irányba tér, tehát észak-keleti és végre keleti szellé lesz; az egyenlítői ellenben, kisebb nyugat-keleti sebességgel bíró helyekre jutván, ezeket

megelőzi s lassankint keleti irányba tér,
azaz dél-nyugati és nyugati szélbe megy át.
Hasonló módon tapasztalható a déli félte-
kén kele-keleti és ^{ész}dél-nyugati állandó szél,
melyek hasonló módon magyarázandók.

Eltérítve minden egyéb túlneménytől,
melyek a föld tengely körüli forgását minden
kétséget kizáró bizonyosságra helyezik, a pás-
satszelek irányváltozása igen gyenge erő volna
a föld forgásának bírnyítása, s alig találhoz-
nék vállallrozó, ki ezt a pászszelekkel elérni akar-
ná. Mert ez csak valószínűséget szűl tökéletlen
inductio volna, mely valószínűségből is sokat veszte-
ne, ha mellette más megfigyelések is megállhat-
nak, s ilyenek Hadley előtt csúnyán voltak.
Aztán a légkör, földünk e kis felülete, ingadozá-
sainak törvényei, még nagy részben hiányosak,
mi nem csodély akadályt gördítene az elé, ki
a föld forgását csak a pászszelekből akar-
ná bírnyítani.

De nem így van ez időnkben, midőn meg-
dönthetlen pozitív érvek kapcsolnak a föld for-
gás mellett. Ezek mellett a vízben forgó je-
lenség is igen szépen megállhat. Ugyanezen szem-
pontra állva említendőek még

VI. A tenger áramlásai.

A tenger vize részint a forró égő alatti
gyors párolgás-, részint az egyenlítői és sarkvi-
déri vizek nagy hőmérsékleti különbsége-mely
30°-ig megy-, továbbá az egyenlőtlen sötétsé-
g és egyéb okok miatt, a megbotlott egyensúly hely-
reállítására, nagyszemű és állandó mozgalmak-
nak van kitéve, melyek a tenger áramlásai-
nak nevezetnek. Vezünk fel egy ilyen áram-
lást, mely a déli sarkvidéktől kiindulva

az egyenlítő fele' tart. Világos, hogy e folyam
 kisebb nyugat-keleti sebességgel bírván, mint a
 kisebb szélességű hely, míg ide érkezik, utjában
 mindinkább elmarad, és így történik, hogy a
 délről kiindult északnak tartó folyam las-
 sanrint dél-nyugati és nyugati irányt vesz fel.
 Ellenben az egyenlítő a sarkok fele' tartó fo-
 lyam nagyobb nyugat-keleti sebességgel bí-
 rván, lassankint keleti irányba tér. Ily fo-
 lyamok az egyenlítőn haladók, vagy az egyenlítő
 folyamok, melyek sűrű 2 kilométer szélességben 1 m.
 sebességgel szelvedik át "forró földközi világtengere-
 ket. Ezek, valamint a többi folyamok is a száraz
 föld partjain elhajlítottak és ismét a sarkok fele'
 tartanak, honnét a sark folyamok az egyenlítő fele'
 sietnek. Az elhajlított folyamok legnevezetesebbire,
 melyen a föld forgásiának befolyása legszembetűnőbb,
 a mexicói öbölből kiinduló, nagy nyugat-keleti seb-
 séggel bíró Golf folyam, mely a sebességénél fogva
 a magasabb szélességű vizet megelőzi, és ép ezért
 észak-keleti irányt tart.

VII.

Újabb időben még sok jelenséget akarnak
 nemcsak a föld forgásából megmagyarázni.

Igy azt állítják nemcsak, hogy az észak-déli i-
 rányba futó folyók jobbpartja erősebben van ki-
 mosva, mint a bal; nyilván azért, mert az északibb
 helyről jövő víz a nagyobb nyugat-keleti sebességgel
 bíró délibb helyre érkeveén egy kisebb nyugat fele' el-
 marad, tehát ágyának nyugati partját erősebben
 szatelja.

Hi Budapestől lefelé utazott a Dunán csatlaggal
 érvehettem, hogy a jobbpart átlag jóval magasabb,
 mint a bal, és hogy a hajó átlag a jobb parthoz kö-
 zelebb ment a balhoz, mert ott mélyebb a víz. Mint-
 azáltal elhamarodott következtetés volna e jelen-

séget egészen a földforgás befolyásának tulajdonítani, mely talán a folyó mentében levő talaj geológiai viszonyából magyarázandó. Továbbá a víz sebessége rendszeren nem nagy és irányának akadályai igen nagyok. Ha ehhez hozzá vesszük, hogy a part (nyugat-keleti) sebességkülönbsége minden 20 m távolságban alig 1 mm; úgy valószínűnek látszik, hogy a víz e kis sebességkülönbséget minden észrevehető nyom hátra hagyása nélkül is fölveszi. De mivel a folyam irányának e componense mégis jelen van, épen nem lehetetlen, hogy száradáson keresztül csúszgym észrevehető nyomot hagyott maga után, Ha azonban a partmóris sokkal hatalmasabb tényezőit, minőkt az áradás, erők, szél, fagy, jégtorlódás itb, tekintetbe vesszük úgy még az sem látszik valószínűnek, hogy az említett tényező szárazos befolyásai is észrevehetőek.

A földforgásának a vasúti sínekre való állítólagos befolyása szintén nagyon kérdéses.

E tekintetben mint nevezetes eset hozatik fel a Harburg és Hamburg közt röglekűdő Rétvágánya vasút, melyen a jobb oldalon futó sínek állítólag a földforgásának befolyása alatt előbbre keltek. Az Auszlandban (1876. Nr. 17) *) e jelenség így íratik le.

„Harburg onintegy $5\frac{1}{4}$ német mérföldnyire fekszik Hamburgtól dél felé. Ha már most a vasút Harburgból megy észak felé Hamburgba, addig, a földforgása rövetrétében, másodpercenként körülbelül 660 lábnyi utat tesz oldalt keletfelé; míg az Ebe hídján Hamburgba érkeve, az oldal felé mozdulás már csak 658 $\frac{3}{4}$ láb má-

*) Természettudományi Közlöny. 1876. VIII. kötet, 84. füz. 326. l.

sodpercenként. A tehetetlenség következtében azonban a vonat igyekszik a régi sebességét megtartani, tehát pályafutásánál egész hosszában nem jelentéktelen erővel nyomódik a keleti, t. i. a jobbkeré felőli sínhez, e közben a sarlódaát s ezzel egyesszemint a sín előre mozgását is öregbitve.

Mint hogy a vonat Harburgtól a hamburgi hidig mintegy 15 perc alatt ér el, ezen idő alatt Harburg állomás – a föld forgásánál következtében – 594,000 lábat leledt kelet felé; a hid tehát 1125 láttal kevesebbet, mint a hamburgi állomás. Ebből pedig az következik, hogy ez erő, melylyel a vonat a jobb sínhez nyomódik, nem valami elenyésző kisérny, hanem hogy a meridian irányában futó pályá építésénél igenis érdemes lenne pontosabban tekintetbe venni és szorgos megfigyelésnek alávetni.

Azon erő mélytámlázására, mely ily körülmények között származtatódik, számítsunk ki közelítőleg a vasút eleven erejét, mely a sírban forgó componens irányában kifejlődik. Az egyenlítő 464 m sebességgel bír. Felvehetjük, hogy e sebesség a sarló felé méterendint 0.000464 méternyivel foggy. Vegyük fel, hogy valamely vasuti vonat által 10 m sebességgel halad a délő irányában, akkor annak nyugat-keleti sebessége 0.000464 m. Tehát ez irányban a vasút eleven ereje $= M \frac{v^2}{2} = 0.000,000,10 \times 464 M. Kt. Meter.$

A vasutárnál előforduló állandó arányos körülbelül 0.02, Ezen arányos a kérdéses componens irányában nem erőse ugyan, de mindenesetre van oly nagy, hogy a fönnnebbi számot legalább is megtevérdeli. Az még meggondoljuk, hogy ez erő (hogy t. i. az említett jelenséget létre hozza) nem közvetlenül

működik, hanem a sorlóda folytatán, úgy talán jogos lesz a következtetés, hogy ily erő — ha az a vasút tömege a rendszerrel sokkal nagyobb nem véteti — a Hamburgi vonalon tapasztalt jelenséget nem idézhette elő, hanem hogy az inkább ama, néhány görbülési — nek" következménye.

Valószínűbb a föld forgásának befolyása, mely gépek gyorsan forgó kererei tengelyágyára. Ugyanis a kerék gyors forgása miatt szabad tengely keletkezik. Ha a kerék nagy tömeggel bír, a szabad tengely irányát nagy erővel törekszik megtartani. De a földdel együtt forgó tengelyágy a fennebb (II. p.) mondottak nyomán — kivéve azon ritka esetet, midőn a kerék tengelye a földével párhuzamos — a szabad tengelyt irányából erőszakkal kitéríti; mindez következik a tengelyágyának azon helyét, mely a nyomást gyakorolja, jobban koptatja. A gépek tengelyágyának kopása rendszeren ugyan a síjak kúrája irányában történik, de ha a kerék elég nagy tömeggel bír és gyorsan forog, úgy minden esetben mániemi kopásnak is kell létrejönni. Ilyen, a föld forgása és a szabad tengely együttműködéséből keletkezett tengelyágy-kopást valóban láttam egy egyi görbületnél kereteinél.

A gyorsan rohanó vasúti vonat kereteiben is kétszáz kilométernyi szabad tengely keletkezik, mint a könnyű összerapcsolt kerék van. Azt hiszem, hogy a szabad tengelyekből többet lehet megmunkálni, mint az előbb tárgyalt sebességkülönbségből.

Eger. 1877. január 6.

Izzykora Károly
Linc. üst. r. áldozár,
az egyi kath. főgym. h. tanár.

No 5093 / 36

Miként is vényesül az érély meymaradásiának elue aron
tapsasztalati törvényekben, melyek az electricus folyam
keletkezését s külföldi hatásait szabályozzák.

Budapest, 1876 Május 28

Prätörő Lovász

Meltesager br. Eszter orv. tá.
návörz. b. tag úrnak

Eder Antal számára a
természetből, mint
mellékágyból hárifelad
vagy kérés.

Budapest 1876. máj. 11.

Glavits
az orv. t. v. b. elnöke.

MAGYAR
TUDOMÁNYOS AKADÉMIA
KÖNYVTÁRA

*Niként irányoztat az erőly megma-
raolásonak elve azon tapasztalati tör-
vényekkel, melyek az elektrikus folyam-
molekuláris és mülánköri határait jele-
kölve vannak?*

*Ex nihilo nihil..... Valamint ezen or-
vona határozott kifejezésre kellek Lavoisier
azon lényegfői kudarcaiban, melyek az
egési folyamat fölöletét és irányát az
anyag megmaradása elve fölfedezését
eredményezték; ép úgy az erőly megma-
raolása elve is az alapul esett egy tör-
vellen alkalmazása. E két törvény, melyek
jelenleg a természetfelfedezés alapját ké-
pezik, oly fontos tapasztalattal áll egybe, mely
miféle az egyik tagolása egyfajta minél
a miniat is képviselheti; mert ha az anyag
csakugyan csak felek helye az erőnek, és erő, mely
anyaghoz nincs kötve, merő abstract fogat-
lann, úgy világos, hogy az anyag és erő állan-
dósága frisséggel képe egyenlő mőködésen
közvetlen és kifejezett fogalomban.*

*Az erőly megmaradása elve azt feje-
zetheti, hogy a világ egyetemes létező erőbör-
sége maradványok és változatlan.*

*Erőly /energia/ alatt, mely szó először Young
az eleven erő kifejezésre 1807-ben hozta for-
galomba, jelenleg valamint a hőzöltség
egy a tudományban is mintha képeket
értünk. Az erőly lehet fizikai természetű, lá-
tható körű vagy mechanikus, és láthatatlan
molekuláris erőly, mely valószínű a parányos*

is æther ætlicis framithadot.

Munka képecséggel bírhat a test eloforr sebességé-
nét és miselőtt elöngyő helyzetéül fogva bi-
nonyos erő irányába van, amikor képest az erő
vagy mozgási / Minetihai / vagy helyzeti / po-
tentialis / erőnek nevezeték. Jánossalau
esetből kitűnik, hogy az erő e két név egy-
másba átváltozhatik úgy hogy az erő meg-
maradványát elve e két név is formulták hadó:
A mozgási és helyzeti erő összege egyenlővé
minetihai formán ugyanaz.

$$E_h + E_m = E(\text{all nuclei}).$$

An erék, mívelő börtönökben; kölesmés vonatho-
 rásunkat fogva, székelték a földet haduak egy-
 másba. Mindezt adatait a székelt adataiban
 csak az erék minőségétől, mennyiségétől
 eltekintve figyelmeztetnek a villanók.

A természetben nyílvánnyuló dűrményeket sok-
féle ségre elvégre csak az erőly önön közi alakjai-
nak egymásba való vidalatrulási gyarant de-
monstrációt.

[illegible]

E Montasárót az erély megmaradásáért elviselet, hogy
szigorú és következetes alapot fektessék, hogy
az jelenlegi a termelési viszonyok egy részét,
elvet Pépet és a termelési viszonyok a részét el-
viseletétől az erélyen belüli reformálódás-
ról meggyőződés. A fizikai körülmények mind
annyira fennmaradnak az erélyen belül.
A Pépet Pépeten feladatomhoz Pépet csak a
villanyosságára vonatkozó körülményekről lehet
beszélgetni. Ezért fogjuk, hogy itt az erély
megállapított kapacitását körülmények teljes
összehangolásánál vannak a Pépet elviselet-
nyel, mely az erély megmaradásától
elválasztva fogynak.

Aranyos Múzsák felcsinálta ugyanazt

nem szarult azon saját maga agent leányegér,
melyet elektricitásnak nevezünk, egy minoleu
kérin, deben Mielégítő elméletet felállítunk, mino-
vel pl. a melegre vonatkozólag nevetelnek, és
hozzamagyire is tárnogatható philosophiai szót ex
írreket azon nézet, mely szerint az elektrikus
levedet meggyúrtan anyag mozgásától függnek
nak mind a fény, egy nézet frigidum merészit-
vitele minolekolog tharainak bekínnyult; mind
amelyek azonban a jelen uralkodó hypothesis el-
previség szempontjából eléggé Mielégítő és annis
látási fogunk, az erély megmaradásának elvvel
sem illőit össze. A hypothesis alapján, mint ex-
meretes, azon fellevesét defarit, hogy két ellenté-
tesen elektrikus fluidum egymásra vonzás legy-
korot.

Felindultak azonmal prenté diuirt, hogy a két
ellentétesen elektrikus fluidumot egymásból el-
külöztetve, azokat a vonzó erő irányában hira-
nyos elönyvő helyrethe hoz hatynk és így a hely-
nati erély egy nemet létesíthetünk. Ha a földgö-
rőt a Moleculáris vonzásnak egeolus egymás felé
hírnnyos serezzel egész körlelelés, végre egybe
heverekit, világos hogy ezen elektrikus Mielégít-
lővel a dulajolunk nem más, mint a helynati erély
átalakulása a mozgási erély egy különös nemé-
né, mozgásnak levo villanyosság.

Az erély megmaradásának elvöt Mielégítve két
sége sem jennevot, hogy az elkülöztetett villany-
ságot helynati erély enet létesítés fröbregke-
peu az erély való mely más oldaljának egyrészt
fogyaftásival jár. Ha a villanyosság pl. külön-
neműsletet egymis hoz való oldalról lele áll
előlelekedet meg a oldalról erre felhajtásunka
azon garrás, melyből a helynati erély jármanit.
A villanyos gépnél ilyenkor a forgás nehezebb
valit. A pyroelektrikus ásványokban a mis-
sétlet

váltakozó árammal való pilléző elektrikus
állapotokra a melegben nyílványzó mozgá-
si erő általalakulásaiban keresendő.

Ismeretes hogy ha frakad villanyárral
megterhelt testhez jó vezetőt közelítünk, az
influenziát jeleníti elő; Melegző hőmérsék-
nyek mellett az ellentétes villanyárral a
vörösvérrel egyetemes rohamosan egy irányú áram-
lásokat és meggyújtásokat állat a hőmérséklet
potenciális viszonyait. A helyes erő
mozgási erő, mely a melegítő hatására
áll. A melegített meleg és a Pies-féle elektrikus
hőmérővel könnyen kimutatható. Először
ahát itt is látni.

Hagyomaz körében a következő, miután az
elektrikus feszültség bizonyos nagysága
mellé a meggyújtásos fókusz alakjában
megy végbe. A fókusz pedig a látható me-
chanikai hatásokat ^{erővel} mechanikai
erővel való átalakulást feltételezi.

Ha az ellentétesen elektrikus folyadékot egy
és ugyanazon vezetőkön át folydosan egy-
máshoz áramlásokat, az elektrikus meggy-
jításos és a melegítő hatásos és folydosan elek-
trikus folyam, minő a galván és a thermoelek-
trikus folyam.

Az erő megmaradásának elve az elektrikus
folyam melegítésében is hatásában is
erőnyel, a hőmérséklet változásában
az átalakítás, a változás által megvalósul.

Volt a már ismert, hogy a világmé-
nő fókusz alapján a hőmérséklet által el-
lentétes villanyárral lehet meg. A
hőmérséklet meglesz, és a hőmérséklet
hőmérséklet alapján a villanyárral
átalakításban nyílványzó helyes erő.
Volt a villanyárral melegítését egy fókusz

egyfaján az érintkezéssel tulajdonították;
ezen nézettel frenbau arambau, mely nyílva
az erély állanólósaigával eltekert, nyúlt ioló-
ben aron felleves kereklett érveinyre jutni; mi-
fuerint galvan villanyosság azat chemiai folya-
matok utján jöhet létre. A fémek érintkezési-
nél fellépő ^{villany}erélyességük oka tehát a fémek felü-
letein couloisokolt nevelésükben kereklett, mely
a fémek elemzési és hővezetési, a chemiai helyre-
di erély okok lakmálai az elkülönített villanyos-
ságok helyzeti erélyének lehetségesse képi.
Mintán arambau legyobbau William Thom-
son hordozottan kimutató, hogy villanyos-
ság a diftala földleti fémek érintkezési nál is
fellép, ugy aron földvezeték mell folyamodnak,
mifuerint valószínű, hogy a fémek különíté-
ben nyílva nyúló chemiai helyzeti erély egy része
a fémek érintkezési nál hővezetést az elektrí-
mus helyzeti erély alaktába megy át.
Volta, mint az erély megmaradniai al elvöl
még nem volt tudomása, a galvan selegben
keletkező folyam forrását is a fémek a folyadék
által hővezetett érintkezési ben kereso.
A fémek érintkezési an arban, mint látható, a
helyzeti erély egy bizonyos kereklett mennyi-
ségét képezetheti ugyan, de kerekltseem forrás-
hat forrásul egy oly villany árammat, mely
az elkülönített villanyosságok folytonos egye-
ritéséből áll. Lázak ugyan, hogy a folyadék, mely
a fémek érintkezési nál hővezeti, megvölve-
sága minnileg a kerekltseinyet. hiszen ismün-
tes, hogy első, és minnolofatályon keresztől álló
vezetékre a Volta féle kerekltseiny már nem alhat
marható, minnáltal meg van adva a lele-
közeg, hogy az elkülönített elektrímus folya-
dékot bizonyos irányban mozgatva jöke-
nek. Világos arambau, hogy ezen kerekltseiny

legelőbb előtérítést ugyanazt praesep-
tet, mely Salama folyam magmatalitási-
ban nyilvánul, ok aram hatkáló erej
menyiség, mely a galván folyamban
nyilvánul, ez a nagyobb mérték erej
átolva kúlásból farruax hatit.

Az ide vonatkozóan Riser letel, később
kivül helyenit, hogy a Volta-féle seletben a
galván folyam mozgási erejének farruax
aram nagy mennyiségű chemiai helyzeti
erej, mely a kint és kénar kintülte által
előlvávar. E helyzeti erej a kint és kénar
folytatos egyenlőse által előjár mozgás
ban lévő villanyosságai, usolt peotij meleg-
ge' völdorot, mely melegét calorimeterrrel
meg is lehet mérni.

Saulé Riser letelét kint, hogy ugyanazon
mennyiségű kint felololása minolig
ugyanannyi melegét protyáldas, akár tör-
seryét a felololási a Volta-féle seletben, akár
közönseges colinjban lévő kénarban. Ezen kint
mely világos^{an} azon feltetés melett prot, mely
prerint a galván folyam a kint elégetéstől farruax
marrit, fenyeseu illustrálja az erej meg
marrólalásának elvét.

Hogy a galván folyam isabugyan a che-
miai helyzeti erej átalakulása folytán
jövölte, bizonyítja az ugynevezett gáze-
lemet is. Tudjuk, hogy egy hydrogen és oxy-
genből álló gázkeverék miközben kintben a
a kint gáz mennyisége és ugyanazon arány-
ban a folyam erősege is folytán kintülte.
Világos, hogy itt a hydrogen és oxygen che-
miai egyenlőseuelt van előlvávar, mit a
Grotthius által felállított hypothesis alappán
könnyen megismerhetünk; kintülte
abból, hogy chemiai helyzeti erej eldinttái egy-
előlvávar mozgásban lévő villanyosság

Meletkezett.

Még felebedtünk az erőly mennyisége, a le-
előzések a thermoelektrikus folyamotban.
Philannemi fémek iránt kerestek, ahogyan me-
retek, folyam még nem meletkezhet; ez az at-
kor jött létre, ha a magába visszafelé öflop azon
réseiben, ahol a fémek iránt kerestek melegítés vagy
lehűtés által mérsékleti különbséget idéztek
elő. Nem felevedt kétséget, hogy itt a meleg erőly-
nek átalakulásaival magában lévő villanyszer-
gátan volt. Lehűtés alkalmával az öf-
lop erőleti melegének, melegítését a hőzött
meleg egy része hárítottat fel a folyam
létesítésére. Használt a jelenet ahhoz, amelynek
a meleg pl. gőzgépben mechanikai erőlyé ala-
kult. Minthát a két esetben létezik, hogy meleg
előtűnt és magában erőly meletkezett. Feltehe-
tő tehát, hogy itt is ott ugyanaz a törvény ér-
velesül. Thomsoni. Kimutatta, hogy a me-
őly gép minden része egyenlő mérsékleti,
lehetetlen melege munkát a átalakításra, ex-
cept akkor történhet, ha a meleg magában mér-
sékleti helyről átmenet alácsúszott mér-
sékleti. Ugyanaz tapasztaljuk a thermoelektrikus
folyamát is. A Beldier-féle kísérlet bekövetke-
sése, hogy azon folyam, mely pl. valamely forró
hely melegítése által előidézték, a helyet lehűti
és ellenes irányával, mely ugyanott is ha-
laolva van azt felmelegíti. Kísérlet a melegített
hely lehűtetik, a másik pedig megmelegszik.
A meleg kísérlet itt is magában mérsékleti
helyről alácsúszott mérsékleti meggyát és
a hőzött részleg villanfolyamát adta.

Elektrikus folyamot végre involúció.
folytató is jött létre. Minthogy az involúció
folyamot is erőlyt képviselnek, előtűnt alap-
ján föl kell tennünk, hogy a folyamot is erőly

mei hantitai egyenértékösnek meghatározá-
sára is alkalmasnak látszott. Ha egy erős magnes
més sávba közölt jó vezető fongásba hozunk,
azonnal észrevehetjük, hogy a fongás jelenléte
erőly kifejtést vesz igénybe. Avezetőben di. kis-
látkörű irányni indukált folyamat keletkezik
mely a mágnes végre a meleg alarját ölti
magottra.

Az eddig tárgyaltakban ipar köztani ki-
látást, miszerint az erőly megmaradását elve-
sz elektrikus folyamu külső körű keletkezési
módozataiban érintkeznek: látszik, hogy elektri-
kus folyamu kémiai helyzeti erőly, melegei me-
chanikai erőly átalakulása a folytatású léte.
A következőben meggyőzővel látszik, hogy az elek-
trikus folyamu külső körű hatásaiban is egy-
általános, valószínűleg könyves jural költi,
az erőly általánosága.

Az Ampère-féle körvezeték ártelme-
ben két mágneses ártelmező hurok között, mely-
ben keresztül elektrikus folyamu kering, egymás-
ra vonzó és gyűrtölő hatások is lehetnek egymás felé
mozognak. De ezek látszólagos mozgás mecha-
ikai munkát képvisel, mely elvont alapja-
sok erőly átalakulása folyamu keletkezését.
Ismeretes, hogy két elvont ártel az indukálóval
ellenkező irányni indukált folyamu keletkezik.
Ez az indukció a felvetéssel miniatúrát képez
a kiterjedés, az által miniatúra képzése a folyamu
gyengülése elvontatja. Mi köztük az erőly
hogy mozgó villanyosság elvontatja látszólagos
gás létezését fongatja.

Magyarul az logikai következtetésre jutunk
arra is, ha két ellenkező irányni folyamu által
elvontatja a sajátos jelenetét használatára
látszik bizonygatni. Itt is az indukált folyamu
az erőlytől ellenkező irányni látszik, az utóbbi

gyeugit Hednek. Az edüms morgó villongas
sag a safrida's állat létrejött morgásba
nyílva nyul. Ha a safrida's is vounais
egy fnesmenetben hozunk létre, egy fargo' mor-
gás is létrejött Hednek.

A parvus an Ampère-ſele is an inductioſa
 viciſſitudo ſuorumque ſocietatis aſſueſ-
 cendiſſima aliquid aliudque aſſueſcit
 illiſque ſocietatisque ſocietatis ſocietatis.

Electromagnetikus motorok ezek
is a magyarázatnyos és mechanikai mun-
ka végzésén használtatik.

feltűnő elvárás, és ugyanezen okokból
 a *Triphus polyanthus* ^{melegítő} hasznosítva. Ha valóban
 vezetékbe, melyek a *Triphus* kering, vékony
 szálak is tartanak, az sokkal kevésbé megme-
 legszik, és bizonyos körülmények mellett is na-
 kor is jöhet. Mindaz a *Triphus* a melegtől gyorsan
 nem szenvedhet kárt, hogy az elvezetés
 mindig villamosítva az, mely a kábelkeret
 melegtől távol tartja.

Saulómat, kirott kez-vel is elérhet bimus-
dadus; hogy valamilyen folyóan állhat az időeg-
ség alatt kifejtett meleg arányos a folyóan
intenzitásának /is mélységével és a vere-
dő ellenállásával /w/. $h = h_0 \cdot i^2 \cdot w$ és
 $h \cdot t = h_0 \cdot i^2 \cdot w \cdot t$ ahol h_0 arányossági tényező.

Látok jószándékot meg, de a kivétel nélkül ab-
 béli erőt nem, mely szerint egyenlő mély-
 nyúlásig nincsen ugyanaz a keletet fej-
 lejt, akár feloldassák a Volsatelepten, akár köz-
 sósággal. Más jószándékban nincsen is történet
 a nincsen is kétség a kivétel nélkül a
 chemiai helyreállításról a salakutató me-
 legge, és az erőt nem, mely szerint egyenlő mély-
 nyúlásig nincsen ugyanaz a keletet fej-
 lejt, akár feloldassák a Volsatelepten, akár köz-
 sósággal. Más jószándékban nincsen is történet
 a nincsen is kétség a kivétel nélkül a

leggyorsabb, régebbi és újabb fogások mo-
nát. A kővíz tehát nem fejez ki egyet
mint az erők megmaradását elvét.

Nézzük az elektrikus folyás és hatá-
sát. Melynek megemlékezzünk, melyből a mo-
gó villanyosság átalakulását a kémiai helye-
sít erőklye következett el. Hogy az elektro-
lysis jelenlétének megdőlését ^{elektrolízis} meggyőzően
jelenítsük, leggyorsabb az a villanyos vegy-
kezés, a hol minél több. Tízvalahány óráig, ha
valamely minél több golyós csészében, az o-
lektrolyt, vízbe mártjuk, a víz nemotó rézre
bont. Az anódus oxigén, a katódus pedig
amely a víz fogat hidrogén vált ki. A csészében
lévő két elem két különbe az anódus, min-
i ismeretes, a helyetierők egy minélis az alábbi
képeri, a kémiai helyetierők, mely nyíltan
szab a mozgó villanyosság átalakulását foly-
jót látni. Gyakorlati bizonyítás az, hogy
hogy a két elem egy egyet a forrást fo-
gát ismét egy villany folyásnak, mely az an-
ódusra jár. Mindezt alábbi következett
szint, hogy az elektrikus folyás eredetierők
egyedül az elektrolysis által gyarapított folyás,
és az elmozdított elemek egyetlenség által látni
jóvá folyam erőkinek összegével.

Ha az elektrikus folyást minélis esetben ma-
leggi váltakozásról is, az átalakulást, hogy a
ahány elégetés által meggyőzően
leg, a vegykezési folyásból keletkezett melyek
épen az eredeti folyás mértékét gyarapított
mely mennyiségére egyeztet ki.

Az erők alatti kísérlet valóban ugyan, de az a
számszerűsége

Dez ide vonatkozó is farragay által felállított körvonalak, a Grotthius-féle hypothesis az egyéb megmaradásainak eloszlását megkezdte, és a közvetlen áram, és az általános ^{hálószerű} áramok az elektrolízis egyes jeleire is duokommunál meg nem lehetett kíséreltet.

Le mercredi septemb. 2. an 876.

Könyvek és illó és rejtélyes
 névvel kezdődő leírások.

Baldwin's Stewart: Admiration.

Baldpate's Heron: Ein Gattung oder Energie:

Winnols: Physik.

Eclerensal

Ms 5093 / 37

14 f.

Földünk forgási sebessége tengelye körült nem állandó. Számsítá-
sai emlékeztet alapjain mondhatjuk, hogy a forgási sebesség 1000000 évvel
jelen korunk előtt $\frac{1}{7000}$ részel nagyobb volt mint jelenleg.

A forgási sebesség e változása mely változásokat okozott (a föld)
fizikai állapotában? ~~feltétele~~

Kiváncsatolgat e változások felsorolásán kívül (a mennyire
lehet) a változások nagyságának mennyiségének megállapítása.

Budapest, 1876 Május 30

Blätzer László

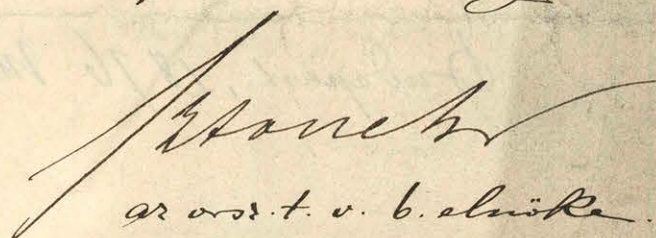
MAGYAR
TUDOMÁNYOS AKADÉMIA
KÖNYVTÁRA

90. lap.

Melkőrági br. Eszter
Lorincz orv. tanár úr
bíróss. tag úrnak

Tudomására Lándor
rájárása a fermesésk-
szaból mint melék-
szaból hárs feladvány
Kérsik

Budapest 1886. máj. 12.


orv. t. v. b. elnöke.

Házi feladat
a
Természetből:

„ Földünk forgási sebessége tengelye körül nem állandó. Számítás és érzélesek alapján mondhatjuk, hogy a forgási sebesség 1000000 évvel jelen korunk előtt $\frac{1}{1000}$ részével nagyobb volt mint jelenleg. A forgási sebesség e változása mily változásokat okozott a föld fizikai állapotában ?

Kivánságok e változások felismerésén kívül (a mennyire lehet) a változások nagyságának mennyiségnyi megállapítása.

Bárány Lóránd. ”

Tanárvizsgálati dolgozat:

Jászencsán Sándor írt.
1876.

E dolgot irásánál különösen egy perre sem
tartottam fenn előt; a mit a magában foglalt, az perény
ismeretéből állítottam össze. — Teljesen tehát minden
bevezetés, mely az ide való és esetleg itt felhívandó irodal-
mi termékek felvételét s illetőleg ismeretét foglalt
ná magában. —

A tétel világosan fejti ki a kívánalmakat, melyek-
nek eleget kell tennünk. Mindjárt előátgondolásánál
a feladatnak, felfoghatjuk, hogy nem csekély munka vár
ránk; — sok időt kell felhagynunk, s az eredmény
mégis csekély lehet. Számitáson kívül írásokra is volna
szükségünk; de az exekutor megkívánt kívánatok — melyek
segélyével az 1000 000 év előtti körülményeket elővarázsolhat-
unk — nem állnak rendelkezésünkre, s így megbecsülhető,
ha az értékes sok fáradtság mellett is, — nem lesz
hasznosító. —

Nem akarjuk bizonyítani, vagy bővebben foglalkozni
arral, hogy miért forog a föld lassabban; de ezt felada-
tunk sem kívánja. E feladat csak a forgás — lassulás
eredményeit célozza. Ez eredmények bizonyos jelenet-
változással aronoznak, melyek a földön vagy a földben
feltűnhetnek. — A midőn a beállott, vagy beállható
változások fel kell sorolnunk, egyperemint azok
nagyágát „a mennyire lehet” mennyiségstaniilag is ki kell
fejeznünk. Megjegyezzük, hogy „a mennyire lehet” ki-
vánalmat nem úgy értelmessük, hogy a változások ille-
tőleg kölönbséget meghatározásával a mennyiségstani

egy alkalommal, a mennyire az egyáltalában lehet-
séges, hanem úgy, a mennyire az esély lehetőségünk
ismeretét megengedik. Most hívt' az elő esetben
a feladat megoldására a fordítandó idő maffra kútkalad-
ni az itt kiszabottat.

Töleünk, mint legtöbb így lesz, kétféle mozgásnak
van alávetve. Az elő mozgása a földnek ellipszoidus, vagyis
a föld mozgása a pályában; erről az értekezésben szó-
nem lesz. A második mozgás; a tengelykörüli forgás,
vagyis körpont körüli mozgása a föld egyes részeire.

A tengelykörüli forgás sebessége nem állandó, hanem
csökken, minek okát Tyndall „A hő mint mozgás” című
művében az árapály és illetőleg a hold vonzásában keresi,
s az eredményt kép fejteni ki: „hogy a csökkenés meg van,
az bizonyos; de esélyesebb, semhogy észrevehetővé lehetne
volna magát azon idő alatt, a mióta a tárgy a név
megfigyelését kapta.” És valóban; minthogy az
említett forgási sebességkülönbség 1000000 év alatt csak
 $\frac{1}{7000}$ részt tesz ki, vagyis a forgás a sebesség egy $\frac{1}{7000}$ -
ed része. —

Minthogy 1000000 év oly idő, melynek kezdésétől
adatokkal nem rendelkeznünk, azért alapul a jelenlegi
időt és az itt előforduló jeleneteket veszünk, melyekből
a későbbi foglalt adat alapján következtetések
vannak az 1000000 év előtti időre. — Így, a föld forgási
sebessége jelenleg ismeretes lévén, könnyen megkapjuk
az 1000000 év előtti forgási sebességet.

Vegyünk fel egy egyenlítői pontot. Az 24 óra, azaz
 $24 \cdot 60 \cdot 60 = 86400$ másodpercesnyi időtartam alatt egy oly
kör körülményét írja, melynek sugara: $R = 6544154$ méter

(L. Petrus D. A csillagárasat elemei. 1875. - 98 lap). - E szerint az egyenlítői pont által befutott út hossza: $s = 2R\pi =$
 $= 2 \cdot 6544154 \cdot 3,14159$, vagyis $s = 41118097,52972$ méter.

R. Keressük a sebességet (c)! A sebesség a befutott út viszonyára az időhöz, tehát $c = \frac{41118097,52972}{86400}$, vagyis

$c = 475,90390659398148$ méter; tehát a jelenlegi sebesség ezen képlet által állítható elő:

$c[V] = 475,90390659398148[V]$, hol c . az időegység alatt befutott út számértékével egyenlő.

A közel szerint, ha jelenleg a sebesség $c[V]$, akkor 1000000 év előtt: $c'[V] = (c + \frac{1}{7000})[V]$ volt; azaz

$$c'[V] = (\frac{7000 \cdot 475,90390659398148 + 1}{7000})[V]; \text{ és így}$$

$$c' = 475,9040494511243386 \text{ méter.}$$

E szerint $c' - c = 0,000142857$,
 azaz $\frac{1}{7000}$ réffel egyenlő.

A sebesség függése a föld fizikai állapotára metemorfizáló befolyással bír. A beállott változásokat a következőkben soroljuk fel:

1) Legtermészetesebb következménye a föld forgási-sebesség csökkenésének az, hogy a nap (egyfajta megfordulási idő) hosszabb lett.

2) A testeknek a föld középpontja felé való törekvéseik nagyobb.

3) A keső testek azon helye, hová kecslek, megváltozott.

4) A föld sűrűsége nagyobb lett.

5) Az inga lengési idejének látszólagos megfordulása hosszabb idő alatt történik.

6) Az inga lengési ideje kisebb.

7) A hajított testek parabolikus pályái által berakott felületek kisebbek lettek.

Ezeket feltételezzük, hogy egy és ugyanazon inga, egy és ugyanazon hajított test és hajító erővel van dolgozva.

8) Változás állt be a levegő sűrűsége és tömegének alak-
jában. És pedig:

- 9) Megváltozott a léglőt magassága.
- 10) A sűrűség növekedett.
- 11) A fűvellet röviddebb lett.
- 12) A föld felületén a nap sugaraitól nyers hő nagyobb
melegséget létesít.
- 13) A hangtani jelenségekben is történt változás.
- 14) A prapítás felek és a tengeri áramlatok iránya is
megváltozott.

15) Átállott még más apróbb jelenségek is változás, melyek
a föld forgásától függenek: így a csatolok parsmozgásának,
a vasutak sírvonalának megnyúlásának (l. Természettudományi
közlöny. 1846 augusztus hó.) Végül még azt is felhordalynk, hogy
az ég fényesebb lett. —

Ezen változásokat tárgyalni; követlen okait keresni
s nagyságukat mennyiségtanilag megállapítani célnak is fel-
adatlank. Rendkívül nehéz és a változásokat nem fog-
ynk úgy specifikálni, mint azokat a 15 pontban felsoroltuk,
hanem a következő 4 csoportra osztynk:

- I. A nap hosszára vonatkozó változás.
- II. Az eső seletek gyorsulásának változása és az ezzel
kapcsolatban lévő jelenségek.
- III. Azon változásokról, melyek a légkörben előforduló
jelenségekkel köztentek.
- IV. Egyéb változások. —

I.

A nap hosszára vonatkozó változás

Tegynk fel e kérdést: mennyivel lett most hosszabb a nap,
mint 1000 000 évvel ezelőtt?

Ha a jelenlegi időtartamot, mely alatt a föld egyszer megfor-
dul tengelye körül, 24 óra = 86 400 másodpercekre osztynk, akkor

az 1000 000 év előtti körülforgási idő, a jelenlegi másodperccelben kifejezve, de méghozzá kisebb lesz. Ennek oka következésképpen a forgási sebesség lassulásából következik.

A feladatot következésképpen, hogy a föld nem forog egyenletes sebességgel; mindazonáltal feltehetjük, hogy az egyperi körülforgás egyenletesen történik, vizonyítva 1000 000 évhöz.

Tudjuk, hogy az egyenlítői pont sebessége a jelenben:

$$C = 445,90390659398148 \text{ méter};$$

1000 000 év előtt pedig:

$$C' = 445,9040494511243386$$

Ezeket behelyettesítve véve és az egyenlítői hosszát s és s' -et jelölve, következő egyenleteket állíthatjuk fel:

$$s = ct = 445,90390659398148 \cdot 86400, \text{ és}$$

$$s' = c't' = 445,9040494511243386 \cdot t'.$$

Mint hogy nem sejtünk fel, hogy az egyenlítői hossza változik, azért: $ct = c't'$;

innen a föld egyperi körülforgásának ideje 1000 000 év előtt

$$t' = \frac{4118097,52972}{445,9040494511243386} = 86399,974064404 \text{ ny.}$$

A különbség tehát:

$$t - t' = 0,025935596;$$

a mi körülbelül $\frac{1}{38}$ másodpercet tesz; tehát:

a jelenlegi körülforgási idő $\frac{1}{38}$ nap jelenlegi nappalal hosszabb, mint 1000 000 év előtt.

Ha az így nyert különbséget 86400-al elosztjuk, azon különbséget nyerjük, mely a mostani és az 1000 000 év előtti másodperc között létezik, feltéve hogy a nap akkor is 24 órából, az 60 percből, és a perc 60 npercből állott.

$$0,025935596 : 86400 = 0,0000003001805.$$

Ezen eredmény levonva az egy égből az 1000 000 év előtti másodperc hosszát adja mostani másodperccel; vagyis

$$\tau = 0,9999996998195,$$

tehát az 1000 000 év előtt a föld egyperi körülforgási idejének

$\frac{1}{86400}$ - ad reptét.

Látni lehet, hogy a forgási sebesség csökkentésével időmérő egységeink is változnak; de a különbség oly csekély, hogy 1000000 évi időtartam alatt is csak fraktálisilag vehető észre. —

Laplace állítja, hogy a nap társasága 2000 év folyamán (Hypparchosz óta) alig változott 100 mp-ccel. (Littrow. Die Wunder etc.)

„M. Dr. br. Eötvös d. tanár úr előadásai nyomán ist általános kísérleti természettanításunkban azt találjuk, hogy a jelenlegi nap $\frac{1}{32}$ mp-ccel hosszabb, mint 720 évvel Kr.e. (22 lgy.).

II.

A szabadon eső testek gyorsulásának változása és ezzel kapcsolatban levő jelenségek.

A sebesség, melyfel valamely test a földre esik, két sebesség összege. — Minden tengely körüli forgásnál ugyanis nagy szerepet játszik az ekkor mozgás-váltó központi, vagyis áron erő, mely az érintkező erő ellenében a tömeget lemadja meg és ennek részecskéit a körpontonál eltávolítandó körélpit, ezért körponti (centrifugal) erőnek nevezzük.

A körponti erő egyenes arányban van különösen a sebesség négyzetével és az elmélet által követhető képletben adatik:

$$G_f = \frac{mc^2}{r}, \text{ vagy } G_f = mrv^2$$

hol m a körpályán mozgó test tömegét, c sebességét, r a pálya sugarát és φ a test által az időegység alatt befutott frögleket jelentik.

Ezen erő által létesített sebesség az, mely együtörvényes a szabadon eső test sebességének. — A másik összetevő a föld vonzó ereje, mely ugyanazon m tömegű testre nézve:

$$P = f \cdot \frac{m}{R^2}$$

képlet által leírható ki.

Az egyenlítői pontokra nézve e két erő teljesen ellentétes; a földrajzi szélesség növekedésével a központi is fogy.

de csak a sarkoknál ingevék el. - Alkalmában áll az, hogy a föld forgása által fűtött marok rögzítő akadályokra az esőt. A testek sebesebben esnek, nehezebben emelkednek; az inga gyorsabban lengene, a légkör alacsonyabb volna stb. - ha a rögzítő nem működne; mert két ellentett irányú sebesség mindig kisebb esőt ad, mint az öfzetevő nagyobbika.

Ha tehát valamely egyenlítői pontra nézve egy erő test gyorsulását (g) akarjuk meghatározni, ugyanezt két gyorsulás levonása által elérhetjük. Meg kell határozni egy m. tömegű test nehérségi (vonzó) gyorsulását (G), és az ugyanazon tömegű test rögzítő gyorsulását (f); ezek különbsége megadja a tényleges esési gyorsulást:

$$g = G - f.$$

Mi történet akkor, ha a föld lassabban forog?

A fenebbi egyenlet jobb oldalán f változni fog. - A gyorsulás az erő viszonya lesz a tömeghez: $f = \frac{C_f}{m}$, tehát

$$C_f = mf = \frac{mc^2}{T},$$

egyenletből világos, hogy c fogyásával a központfűtő erő, tehát gyorsulása is fog; és végre.

Egyenlítő a tengely körüli forgás lassulásával a föld felületén lévő tömegpontok és testek kisebb körkevet mutatnak az eltávolodásra; kevesebb vonatkozik a föld nehérségi erejének hatásából. Mindezt tehát, hogy 1000000 év előtt a testek kisebb sebességgel estek, mint most.

Az első legjelentékenyebb változás tehát a föld fizikai állapotában, befolyólag a tengely körüli forgás sebességének csökkenéséből, - az esési gyorsulás nagyságának. Ez győztet minden egyéb változást; mert minden jelenséget, melyek a nehérségi erő eredményei, ez által szintén változtak. Erőből alább!

Lássuk most az esési gyorsulások különbségét

— most és 1000 000 év előtt — meghatározásához!

A föld tömegének vonzóerejét állandónak veszi fel, mint hogy a sűrűségűli forgás lassulása nincs nagyobbító vagy kisebbítő befolyással a föld tömegére. — A frakcionálás az egyenlítőre alhalmarunk.

Kiindulunk a következő két képletből:

$$G - F = g'_{1000000}$$

$$G - f = g';$$

az előbbi az 1000 000 év előtti időre vonatkozik; hol F és f a röperő által létesített gyorsulások, G a föld nehézségi erejének gyorsulása, és $g'_{1000000}$ és g' az ekkor tényleges gyorsulások az egyenlítőn.

Keljük, hogy a röperő függést kell kifrakcionálni és meghatározni ezek gyorsulását. Mivel segyünk fel, hogy $F - f = 4f$ rimertes, akkor a fenebbi két egyenlet kivonása által:

$$g'_{1000000} = g' - 4f.$$

az 1000 000 év előtti tényleges gyorsulást nyújt.

1000 000 év alatt a forgási sebesség 7000 képpel fogyott. E sebesség különbség

$$\frac{m \left(\frac{1}{7000}\right)^2}{R} = \frac{m \left(\frac{1}{7000}\right)^2}{6544154} = \frac{m \cdot 49000000}{6544154}$$

$$= \frac{m}{49000000 \cdot 6544154} = \frac{m}{320663546000000}$$

röperőt képes létesíteni; és így a központfuto erő gyorsulása: $\frac{1}{320663546000000}$ egyfennind a központfuto erő gyorsulásainak különbsége 1000 000 év alatt:

$$4f = \frac{1}{320663546000000} = 0,000000000000003119.$$

$4f$ levonván a jelenlegi esési gyorsulástól, rúdja az 1000 000 év előtti tényleges esési gyorsulást.

Az egyenlítőre nézve jelenleg a kárpátalattól merített gyorsulás:

$$g' = 9,78103 \quad (\text{b. Estvös-féle érték 300 kg});$$

$$g' - 4f = 9,78103 - 0,000000000000003119;$$

$$g'_{1000000} = 9,781029999999996881.$$

Ex tehát azon gyorsulás, melyet a szabadon eső testek 1000000 év előtt az egyenlítőnél esnek. — Minden más geogr. földi szélességre néve a gyorsulást Clairault képlete szerint nyerjük:

$$g = g'(1 + 0,00513 \sin^2 \lambda); \text{ és}$$

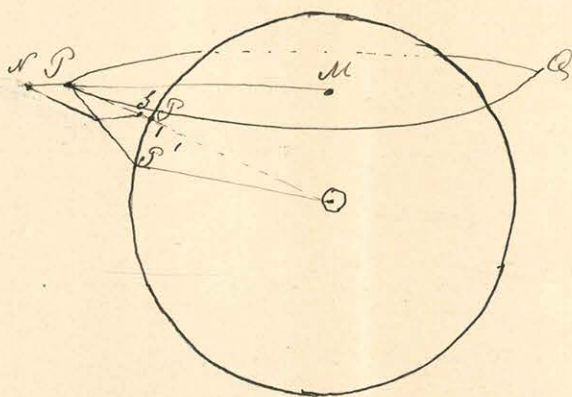
$$g_{1000000} = g'_{1000000}(1 + 0,00513 \sin^2 \lambda),$$

hol g' az egyenlítői gyorsulás, λ pedig a geogr. szélesség. Egy ok, mely Clairault képletének helyesége ellen szól, e következő: Legyünk fel, hogy a fennebbi képlet helyes és a gyorsulás általában azon gyorsulás függvénye, melyet a testek az egyenlítőnél esnek; de megtörténhetik azon eset is, hogy bizonyos, csak az egyenlítői gyorsulást változtató körülmények állnak be, melyek azonban más helyekre nem terjednek ki; ily esetekben a képlet nem alkalmazható, mert ugyanazon helyre néve: $g:g_1 = g':g'_1$, hol $g':g'_1$ változott, de $g:g_1$ nem. Tekintsük csak jelen esetünket! g' és $g'_{1000000}$ különbözőket mennyiség, még pedig összehasonlítható erő változása folytán. A sakálnál azonban a rögzítő nem működik, miéltén ott a gyorsulásnak állandósága kellene lenni; más pedig Clairault képlete sem mutatja ezt. —

Hi lőén eljő a gyorsulás mérték határidőre frémelve, most azon jelenségek változását vehetjük tárgyalás alá, melyek az esési gyorsulástól közvetlenül folynak.

1. Tudva van, hogy valamely test esését irányja egy eredő irány, melynek összetevői: a föld nehézségi erőjének és a rögzítőnek iránya. — E két erő eredője csak akkor esik amarral egy vonalba, ha a test az egyenlítőnél ejtett le; más földrajzi szélessége alatt az említett két erő függlet alatt halván a lejtett sere, az eredő iránya az összetevők irányától különbözni fog. Ennek következménye az lesz, hogy valamely test alávetésén a föld nehézségi erőjének, — nem fog egyenes vonalban a

föld körpontja fele esni; vagyis a föld függő és azon egyenes, mely a föld függő végi pontját — a lesek sere valódi helyét — az eredeti helyével (a sere azon helye, honnan leestek) összeköti, kisebb nagyobb függőletet fog képezni. — A mondandókat az ide mellett kell ábrán illusztrálni.



P pont a föld tömege irántól, O körpont alól PO irányban vonatol, s így P. testnek P₁-be kellene lecsúszni.

Amde P pont körpályán mozogva, a pályá függővel

val ellentét irányban bizonyos körpontú erőre fog hatni, melynek gyorsulása PN vonattal legyen arányos. A föld vonzó erejének gyorsulása PO vonattal legyen arányos. E szerint P pont nem P₁-be, hanem P'-be fog jöni. — PP' és PO PP'O s függőletet zárnak be, mely annál hegyesebb, minél nagyobb geogr. szélességről van szó. Az egyenlítőnél 180°. A sarkoknál leghegyesebb. —

Vizsgáljuk most azon esetet, midőn a föld lassabban fog. Ez esetben, mint látni, a körpontú erő kisebb lett ugyanazon helyen, miáltal PP' erősebb közelebb esik PP, összekötőhöz, és így a lesek sere P' helye mindinkább közelebb a föld felszámának irányában. —

2. Az inga-jeleneténél beállott változásokra általában lemondhatunk, hogy az inga gyorsabban leng most, mint 1000 000 év előtt; minek egyenlőse az, hogy az inga lengési ideje a gyorsulás függvénye, feltéve, hogy egy és ugyanazon ingával, egy és ugyanazon helyen van dolgos.

Az inga lengési idejére a mechanika következő képletet állít fel:

$$t = \pi \sqrt{\frac{l}{g}}. -$$

Egy és ugyanazon ingáról az egyenlőre néve jelenteg:

$$t = \pi \sqrt{\frac{l}{g}} \quad \text{és } 1000000 \text{ év előtt}$$

$$t_{1000000} = \pi \sqrt{\frac{l}{g'_{1000000}}} \quad \text{innen}$$

$$t : t_{1000000} = \pi \sqrt{\frac{l}{g'}} : \pi \sqrt{\frac{l}{g'_{1000000}}}$$

$$t^2 : t_{1000000}^2 = g'_{1000000} : g'$$

Mivel $g' > g'_{1000000}$ azért

$$t_{1000000}^2 > t^2 \quad \text{vagy} \quad t_{1000000} > t; \quad \text{vagyis:}$$

1000000 év előtt l hosszúságú inga lassabban lengett az egyenlőnél, mint most ugyanaz.

Tegyük fel, hogy egy jelenlegi másodperces ingáról van szó, azaz $t=1$; akkor ugyanazon ingára nézve 1000000 év előtt: $t_{1000000} > 1$.

Exámpulaké a különbséget!

$$1 : t_{1000000}^2 = g'_{1000000} : g';$$

$$1 : t_{1000000}^2 = 9,781029999999996881 : 9,78103.$$

$$t_{1000000} = \sqrt{\frac{9,78103}{9,781029999999996881}} > 1$$

$$= \sqrt{1,0000000000000003178602}, \quad \text{azaz}$$

$$t_{1000000} = 1,00000001782 \text{ mp.}$$

Ex azon idő, kifejezve mostani másodpercek által, mely alatt egy jelenlegi másodperces inga 1000000 év előtt egy lengést tett.

Ezekből folyólag azt is állíthatjuk, hogy ugyanazon frekvenciájú ingára 1000000 év előtt hosszabb idő alatt mutatna a jelenlegi egy órai időtartamot, mint most. És pedig vegyünk egy oly órát, melynek ingája 3600 lengést visz véghez egy óra alatt – tehát másodperces ingát; ez óra ingájának 1000000 év előtt 1,00000001782 mpercre volt fűtése, hogy egy lengést tegyen; 3600 lengés véghez vitelére tehát:

$$1,00000001782 \cdot 3600 = 3600,00064152$$

másodpercet igényelt.

Hogy az 1000000 év előtt ingára hosszabb idő alatt mutatna az egy órát, a mellett egy második körülmény is fűt; még

És fejezzük a virgintest hajításra nézve azon eredményre jutottunk, hogy egy - egy és ugyanazon erővel az egyenlítőnél virgintestesen elhajított - test görbe pályája 1000 000 év előtt nagyobb területet zárt be, mint most. -

A mérőleges hajításokra nézve megemlítjük, hogy a hajított testek kevesebben emelkednek s illetőleg könnyebben esnek jelenleg, mint 1000 000 évvel jelenkorunk előtt. -

4. Ha valamely alapra egy fejtárolt testet elhelyezünk, egy az azra nyomást fog gyakorolni. Célnk az ily nyomást különbözőségét meghatározni most és 1000 000 év előtt egy és ugyanazon fejtárolt test és helyre nézve.

Mindenekelőtt feltevéseink van tudni, mennyit veszítenek a testek súlyukból a föld tengely körüli forgása következtében? - A fejtárolt az egyenlítőre alkalmazható.

Felvéveünk egy p. súlyú testet. -

$$\text{A körpontfűtő erő képlete: } G = \frac{mc^2}{r}.$$

A képletbe m. tömeg helyett beírunk azon erőt, melynek fogva a test a föld körpontja felé törlődik, vagyis a test általános súlyát: $p = mg$, mielőtt $m = \frac{p}{g}$; és így

$$G = \frac{pc^2}{gR}; \quad g = 9,781.$$

És fejezzük az egyenlítőnél létező körpontfűtő erő most:

$$G = \frac{p}{282,6169},$$

a mi annyit tesz, hogy egy $m = \frac{p}{g}$ tömegű test csak $(p - \frac{p}{282,6169})$ erővel fog súlypontján a föld által vonzattatni, vagyis a körpontfűtő erő által a föld vonzó erejéből csak $\frac{1}{282,6169}$ része vonzódik le. És fejezzük a testek, melyeknek $\frac{1}{282,6169}$ részét vesztik el az egyenlítőn.

Lássuk ugyanezt 1000 000 év előtt!

Egy $p = mg$ súlyú test körpontfűtő ereje 1000 000 év előtt

$$G' = \frac{pc'^2}{g \cdot R} = \frac{p}{282,6123}, \quad \text{azaz 1000 000 év előtt}$$

a testek az egyenlítőn súlyuknak $\frac{1}{282,6123}$ részét veszítik el.

A körponti felhő erő miatt, a mi nyilván nagyobb vonzóerője a jelenleginél. Különbség:

$$\frac{1}{282,6123} - \frac{1}{282,6169} = \frac{1}{17,363,264}$$

azaz: 1000000 év előtt a tessék, folyóknak $\frac{1}{17,363,264}$ részeivel könnyebbek voltak, mint jelenleg. *)

Ezekből következik, hogy egy oly test, mely menten minden egyéb befolyástól az egyenlítőnél p erővel vonzathat a föld által, a föld forgása következtében csak $(p - \frac{p}{282,6169})$ erővel vonzathat jelenleg, és csak: $p - \frac{p}{282,6123}$ erővel vonzathat 1000000 év előtt.

Egy oly test felére alapra helyzetében el, azaz nyomást gyakorol, mely egyrészt a nyomó erő, másrészt az érintkező felület reciprokjával van egyenes arányban. Tehát a nyomás képlete: $Nyomás = \frac{nyomó\ erő}{érint.\ felület}$

A nyomó erő erejében maga a test folya, tehát a jelenben: $p - \frac{p}{282,6169}$, miértis a nyomás:

$$N = \left[p - \frac{p}{282,6169} \right] \cdot \frac{1}{F} = \frac{282,6169 \cdot p - p}{282,6169 \cdot F}$$

$$N = \frac{281,6169 \cdot p}{282,6169 \cdot F}$$

1000000 év előtt:

$$N_{1000000} = \left[p - \frac{p}{282,6123} \right] \cdot \frac{1}{F} = \frac{282,6123 \cdot p - p}{282,6123 \cdot F}$$

$$N_{1000000} = \frac{281,6123 \cdot p}{282,6123 \cdot F}$$

Ezen egyenletekből világos, hogy $N > N_{1000000}$; különbség képpen:

$$N - N_{1000000} = \frac{1}{F} \left[\left(p - \frac{p}{282,6169} \right) - \left(p - \frac{p}{282,6123} \right) \right]$$

$$N - N_{1000000} = \frac{1}{F} \left[\frac{p}{282,6123} - \frac{p}{282,6169} \right]$$

$$N - N_{1000000} = \frac{1}{17,363,264} \cdot \frac{p}{F}$$

5. Végül megemlítjük, hogy a föld tengelykerületi forgásának lassulása egyenesen a föld térfogatára s illetőleg

*) E számításunkban annyiban fogtunk hibát elkövetni, a mennyiben a gyorsulást 9,781-nek vettük. Ha a gyorsulást $g = f \cdot \frac{M}{R^2}$ képletből kellett meghatározni, mint a jelenlegi mértékig az 1000000 év előtt.

sűrűségére is van befolyással. A köpértő ugyanis kisebb
lévén, a részecskék kisebb hajlamot mutatnak a központtól való
eltávolodásra, és engednek azon erőnek, mely a földi testek
aláhúzóerését ellen működik, i. e. az összerakó erőnek.

Ennélfogva kimondhatjuk, hogy 1000000 év előtt a föld re-
szecskéinek elhelyezése kevés volt, mint jelenleg, és így az
akkori föld-sűrűség kisebb, mint most. — A sűrűség a tömeg
viszonya lévén a térfogathoz: $\text{Sűrűség} = \frac{\text{Tömeg}}{\text{Térfogat}}$,
következik, hogy állandó tömeg mellett a sűrűség növekedésével
a térfogat kisebbedik. Tehát földünk jelenlegi térfoga-
ta kisebb az 1000000 év előtől. (L. utóbb).

III.

Azon változásokról, melyek a légkörben előforduló jelenségeknek állottak be.

Az ezen osztálybeli változások a II fejelet alatt tárgyalt
esési gyorsulás-változásával fontos összefüggésben vannak. —

Kimondhatjuk, hogy 1000000 évvel jelen korunk előtt a
testek tényleg kisebb sebességgel estek a földre, mint
jelenleg. Ha ez áll, úgy a levegőre nézve is fontos követ-
keztetésekkel rendelkezünk.

Ismeretes ugyanis, hogy a földet levegő veszi körül,
mely saját súlyát bír. Ez annyit tesz, hogy a lég részecskék
törekvést mutatnak a föld központja felé, — tehát bizonyos
sebességgel esnek. Ezen esési sebesség mértéke a gyors-
ulás. —

A levegő tehát a föld-nehérségi erőjének hódolva, csak
azon esetben volna földünkkel hadáratlan magasságban,
ha az egész világot teljesen kitöltő. De ez nem áll.

időre, azonban a föld tömegét illetőleg fontos adatot nem
találunk, bár f , vagyis a tömegegységre a tömegegység átható
vonzerése a távolságegységre, — ismeretes: $f = 0.0000000000000435$.

Tehát a légkörnek bizonyos magassága van, melyet az általános vélemény mintegy 70-80 kilométerre teper. Humboldt Sándor észlelése szerint a levegő 24 mérföldnyi magasságban ér véget véghatárát. - Így tehát a földi légkörnek véges sűrűsége és tömege lévén, annak sűrűsége is, mint határvonal mennyiség, jöhet fra'mitásba.

Mindhoggy a légkör sűrűsége a nehérségi gyorsulás függvénye, világos, hogy ennek változával az az is változni fog, nevezetesen pedig annak növekedésével nagyobbodik.

Ezektől az előbbiek szerint tehát következtetjük, hogy a légkör jelenlegi sűrűsége nagyobb, mint 1000000 évvel ezelőtt. Minthát közvetlen befolyása az, hogy a lég jelenlegi sűrűsége kisebb, mint 1000000 év előtt, minthát a légkör magasságának csökkenésével jár.

A természetben arra van, hogy a lég sűrűsége mértani haladványban foggy a földtől emelkedés fra'm-tani haladványa mellett. Hogy ezen törvény a légrétegek helyes most, mint 1000000 év előtt, kitűnik abból, hogy a nehérségi törvény a távolsággal fra'mben el-lendő. - A levegő abszolút sűrűsége azonban változást szenvedett. E változást fogjuk most mennyiség-tani-lag kifejezni. -

Tudjuk ugyanis, hogy a levegő súlya jelenleg:

$P = Mg$, és annak tömege: $M = \frac{P}{g}$, v a sűrűsége s. pedig a sűrűséget jelentvén. - Az 1000000 év előtti levegő súlya: $P' = Mg'$, tömege pedig $M' = \frac{P'}{g'}$, mert a tengelykörüli forgás lassudása a tömegre el-enyészőleg nem hathat. E szerint $\frac{P}{g} = \frac{P'}{g'}$, vagyis

$$P : P' = g : g' \quad \text{--- (1).}$$

Továbbá igaz ez is:

$$s' : s = g' : g \quad \text{--- (2),}$$

miértis: $sg' = s'g$, és $v : v' = g' : g$ --- (3), vagyis

$$v g = v' g' \dots (V); \text{ ebből } v' = \frac{g}{g'} v.$$

hiszen, mit mond az egyenlet? $\frac{g}{g'}$, a gyorsulástól vi-
szonya, nagyobb az egységnél, mint hogy a framlátóbeli g a jelen-
legi gyorsulást jelenti, mely mint tudjuk nagyobb az 1000000
év előtti csúszó gyorsulásánál. A levegő jelenlegi térfogata
(V) tehát az egységnél nagyobb frámmal forrandó, hogy az
ugyanazon tömegű levegő 1000000 év előtti térfogatát adja,
mi $V_{1000000} \propto V$ egyenlőtlenségre vezet.

Ha a légkör kisebb térfogatba forrandó, az nem
lehet másként, mint hogy sűrűsége növekedett, mi (2) egyen-
letből világos. - A levegő sűrűsége ugyanis 1000000 év
előtt: $\rho_{1000000} = \frac{g_{1000000}}{g}$, hol s a levegő sűrűsége a jelen-
ben; $\frac{g_{1000000}}{g}$ pedig a gyorsulástól viszonya: valószínű,
mert $g_{1000000} < g$. E viszonyok frámérése:

$$\frac{g_{1000000}}{g} = 0,999999999999999968111743$$

(az egyenlítőre mérve).

A levegő jelenlegi fajánya a vízhez viszonyítva:

$$\rho = 0,001292752, \text{ tehát sűrűsége}$$

$$s[s] = 1292,752 [s]; \text{ és így}$$

$$\rho_{1000000} = 1292,752 \cdot 999999999999999958776392 \text{ sűrűség egység.} -$$

Ha a túlnövekedést lejárattuk:

$$s - \rho_{1000000} = 0,000000000000000041223608. -$$

Ha $\frac{g_{1000000}}{g} = \alpha$, akkor áll egyértelműen, hogy

$$\frac{\rho_{1000000}}{\rho} = \frac{g_{1000000}}{g} = \alpha;$$

de ha ez áll, akkor 1) egyenlet szerint:

$$\frac{\rho_{1000000}}{\rho} = \frac{v}{v_{1000000}} = \frac{g_{1000000}}{g} = \alpha.$$

E szerint, ha az 1000000 év előtti légsűrűség viszonya
a jelenlegihez: α , akkor az 1000000 év előtti légtérfogat
viszonya a jelenlegihez: az előbbi viszony reciprokjá ($\frac{1}{\alpha}$)

$$\text{vagyis: } 1,00000000000000003178602 \text{ (l. II. lap).}$$

Esetleg ez: a mennyiség növekedése a lég sűrűsége, ezen
annyihoz fogott annak térfogata.

A lég sűrűsödéséből több jelenetváltozás foly.

1. A légkör magassága kisebb lett. — A megelőzőből ugyanis kitűnik, hogy az összes lég térfogata kisebb most, mint 1000000 évvel ezelőtt. Már pedig a légnek — mindkét esetben a föld felület ugyanazon nagyságán terjedvén el — csak a magasságban lehet változást szenvednie a térfogat változása következtében, még pedig ezzel együtt fogyólag. —

Ragyon kelméjéből, hogy a légkör sűrűsödésével, alsócsorgódásával azon jelenetek is szenvedtek változást, melyek azoktól függenek. Így:

2. A szürkület tartama. — A szürkület tartamának mérése a szürkületi ív, mely a légkör magasságával köröző öpfüggőben van:

$$cm = \frac{r}{\cos \frac{\alpha}{2}} - r = r \left(\frac{1}{\cos \frac{\alpha}{2}} - 1 \right), \quad (\text{Petrucci. Coillagápost})$$

hol m . a magasság, r . a föld sugarát és α a szürkületi ívnek megfelelő körponti szöglet. — Ez egyenes jobb oldalán, az állandó r . mellett, csak α lehet változó, mely maga egyenes, cosinus pedig fordított arányban a légkör magasságával. — Ha a légkör alacsonyabb lesz, akkor a szögletben csak $\frac{1}{\cos \frac{\alpha}{2}}$ fogyhat, mi $\cos \frac{\alpha}{2}$ növekedésével s illetőleg α fogyásával történik. Ha pedig a szürkületi ív kisebbedik, akkor foggy egyszerre mind a szürkület tartama is.

Itt megjegyezzük, hogy ez előfordásának csak egy és ugyanazon helyen van jelzése, most a szürkület tartama függ még a földrajzi szélességtől is. —

3. A légbe mártott testekre következő erő működhet:

$P = vsq$, a test súlya, és ellenirányban a helyéből leporított levegő súlya: vsq ; tehát a kiderítéses test a légben; $P_1 = P - vsq$ erővel sodródik a föld középpontjára felé. — Ha a lég sűrűsége növekszik, akkor ezen egyenes jobb oldala kisebbedvén, foggy egyszerre mind a légbe mártott

test lényegesen súlyos is; vagyis most a légbe mártott testek többet veszítenek súlyukból, mint 1000000 évvel ezelőtt.

Tervezzük azonban bemutatni, hogy a testek exeri gyorsulása nagyobb lett, a mi annyit tesz, hogy a testek súlya légüres térben nagyobb, mint 1000000 év ezelőtt. Tegyük fel, hogy a testek jelenlegi súlya légüres térben: P , és a levegő miatti súlyvesztés: R ; akkor azon erőt, melyvel a földre fogynak a testek exeri: $P = P_0 - R$ képletből nyerjük. —

4. Váltakozó hangjelenetekben. — A hang fizikai jelenségben nem más, mint a levegő rázkódása, rezgése. Innen következik, hogy a hangjelenetek alapjában akkor változnak meg, ha a rezgő közeg frekvenciája változik. —

A lég sűrűsödéséből következően, közvetve pedig a föld forgási sebességének függvényéből tehát változásokat várunk a hang jelenetekben, melyek általában annak terjedési sebességében és erősségében nyilvánulhatnak. —

A természetnek elrejtett titkait mutatgatjuk, hogy a hang terjedési sebessége az említett körülmény folytán nem változik.

Ugyanazon gárnál a nyomás különbsége, mely a rezgéshez okoz, a gáz sűrűségével ugyan arányos, de a mozgásba hozott tömeg vele szintén ugyanazon arányban áll. A kétféle alkori nyomáskülönbség tehát kétféle alkori tömeget is fog mozgásba hozni, s így a két körülmény egymást pontosan egyeneltöri, minél fogva a sebesség ugyanaz marad. (Stewart Balfour.)

A mi a hang erősségével beállt változást illeti, úgy eredménykép kimondhatjuk, hogy jelenleg a hang erősebb, mint 1000000 év ezelőtt volt ugyanazon körülmények között. — A hang elterjedő mint rezgő test ugyanis bizonyos mennyiségű erőt kölcsön a környezettel; az pedig annál többet képes azon erőtől felvenni, minél több tömegből áll ugyanazon részfogat mellett, mivel a mozgási energia: $e = \frac{mv^2}{2}$, egyenes arányban van a tömeggel, vagy felírva, hogy $m = \frac{2e}{v^2}$,

világos, hogy állandó térfogat és sűrűség mellett, a hangerő-
ség a vezető közeg sűrűségétől függ. —

5. A fém, mint az azelőtt hullámzó mozgása, csak annyiban
fog változást szenvedni, a mennyiben a levegő is kell kevesebbet
hatolnia, a labrak nem ilyen sűrűsége tehát ennek folytán
sűrűsödési lehetősége van. — A 4. táblán, 15. pontban azt állí-
tottuk, hogy az ég fényesebb lett, de az akkori mondani,
hogy fényesebb volt. Ez következtetést fogjuk fel: az ég
fénye és fénye a földtől visszaverés és fénytörés sugáraktól
ered. Minél magasabbra felelt, annál inkább elhalványul
feleltünk az ég. Ennek oka, hogy mindig kevesebb és kevesebb
légtömeg marad feleltünk, mely a sugárakat fénytörje. —

Ha most egy és ugyanazon ember magasságból nézhetné az
éget most és 1000000 év előtt, akkor világos, hogy jelenleg
nem volna oly fényes, mint azelőtt; minthogy a lég sűrűsödése
folytán a jelenben kevesebb levegő van feleltünk. (Fajunk felett).

6. Tapasztalatból tudjuk, hogy a sűrűbb levegő gyorsab-
ban és erősebben melegszik át, mint a kevésbé tömött.

Földünknek a napról nyert melegé tulajdonképpen alulról fölfelé
melegíti a légkörét, minthogy a föld felületén az, hogy kevesebb
csupán a föld felületén; de másrészt az, hogy az alsó rétegek
sűrűbbek, tehát kevesebb meleg kívánságát felmelegítésükre
aránylag a ritkább levegőhöz. — Ha a föld tengelye körül
lassabban forog, akkor — mint látnak — a légkörrecek tény-
leg nagyobb tömeget mutatnak a föld körvonalja felé, tehát
kevesebb térfogatra feleltünknek, mi a levegő sűrűségének
növekedésével van kapcsolatban; ennek pedig egyik követke-
zménye: a gyorsabb és erősebb átmelegedése a le-
vegőnek.

7. Állítottuk, hogy a légkör térfogatának alakja is
fennvedett változást. Ez igazolni is fogjuk. — A légkör,
a föld elválasztó sávján, optikailag annak sűrűségétől

forgásában, miért is külső felületén egy forgási ellipszoid se-
lülésének alájával bír s úgy tűnik fel, mint egy ellipszoid-
héj, melynek magva a föld. - Ha meggondoljuk, hogy a lég
még mindig folyékony anyag, könnyen beláthatjuk, hogy a
forgási sebesség fogytával annak ^{levegője} felülete kiütről oly fe-
lülettel lesz beborítva, mely mindinkább közeledik a gömb
felületéhez, mert a sarkokat a lapulás, az egyenlítőnél
pedig a kiütrorodás mindinkább fogynak. - A különbség
lehet abban áll, hogy 1000000 év előtt azon ellipszoid nagyobb
tengelye, mely a földet és a légkört magában foglalja, -
nagyobb volt mint jelenleg. -

IV.

Egyéb változások.

Ezen részbe legelőször a pasztorát szelek irányváltozása-
sát soroljuk. - Az említett légáramok, ha északra az egyen-
lítő felé jönnek, kezdetben északi, utóbb egészen keleti
irányba térnek el. Ez eltérés oka: a föld tengely körüli for-
gása. - Tegyük fel, hogy a föld nem forog oly sebessen, akkor
a pasztorátok nem fogtak elmaradni annyira nyugat felé,
tehát irányuk nem lesz oly keleti, vagyis a kérdéses lég-
áramok 1000000 év előtt inkább birtak keleti irányukat,
mint most. -

Ugyanez áll a hasoneredsői tengerei áramlatokról. -

A föld tengely körüli forgásának lassulásából egy vál-
tozás következni fog, és ez: az inga lengési időjének
látfőlagos megfordulására vonatkozó. - A lengési idő
a sarkokat egy napi időtartam alatt fordult meg látfőlag.
Állítjuk, hogy 1000000 év előtt is ez egy napi megfordulásra
egy nap volt ^{azt} fűléséges. De az 1000000 év előtti nap sokkal
rövidebb volt a jelenleginél: tehát az inga időjének látfő-
lagos megfordulására felhaperált idő most sokkal hosszabb, mint 1000000

cívet exelott volt. —

Végül a föld tengelykörüli forgásiának lassulásából
az következik, hogy a föld csak igen csekély mértékben
hűltetett ki 1000000 év alatt. — Tengelye forgó test exelye
ugyanis:

$$E = \frac{1}{2} w^2 J \dots \dots (1)$$

mely kifejezésben J alatt a forgó test tehetetlenségi nyomatéka
lát, w alatt a forgó sebességet értjük. — (Strooker P. úr előadá-
saiból). —

Ha a földet jelen esetben igen csekély hibával gömbnek
tekintjük, akkor annak tehetetlenségi nyomatéka:

$$J = \frac{2}{5} M r^2 \dots \dots (2) \quad (St. P).$$

mit (1) egyenletbe helyettesítve:

$$E = \frac{1}{5} M r^2 w^2 \dots \dots (3)$$

Ezen képlet szerint az exelý a forgási sebességgel és
pedig annak négyzetével egyenes arányban van; ha tehát
a sebesség fogy, az exelý is fogy. — De ugyanazon töme-
gek forgó képsége különböz, ha a tehetetlenségi nyomaték
különböz; különösen pedig az exelý fogyásával a tehetet-
lenségi nyomaték is fogy. — (2) képlet szerint a forgó J -vel
is fogy, tehát a forgó sebesség fogyásával a forgó gömb
magara is fogy. Ennek pedig végkövetkezménye az, hogy
a föld 1000000 év alatt összehúzódott, mi egyrésztől a köz-
pontfűtő erő fogyását, másrésztől a tértelést feltételezi. —

Japancsákandor

Atanári vizsgálat házi feladványa.
(Melléklet).

„Miben segítetek, miben különböztek a hang és fényje-
lenetek.” D. Eötvös

Tamin - Kohn, Stewart B. és Tyndall műveinek felhívóalá-
sával Kidolgozta

Kiegler Sándor.

Miben egyeznek, mihez külsőn bőlnek a hang és fényjelenségek?

Blótörő Lovász

95. lap.

Méltóságos br. Eötvös
Loránd orr. tanárúrnak
b. tag úrnak.

Riegler Sándor részére
a szerkesztésből
mint mellékletből
házi feladvány kéretik.

Budapest 1876. évi máj. 16.

Szörényi
or. orr. t. v. b. elnöke

MAGYAR
TUDOMÁNYOS AKADÉMIA
KÖNYVTÁRA

Az erőnek különféle nyi-
 latkozatai közül, leginkább
 azok vehetők észre közvetlen-
 űl, a melyekben az erő a
 nyagi testek helyzet-változá-
 sát idézi elő. Általában ko-
 rántsem lehetö fel, hogy
 az erő csak erőben, látható
 mozgásban, nyilatkozzék,
 hanem inkább, hogy a fel-
 fogó testek alkata olyan.
 mely merént az agy ezen
 nyilatkozatokat más képfel-
 fogja. Ugyen nem az észre-
 nem vett helyzet-változásnak,
 mint olyannak, a hang és a
 fény. A hangnál köztudomá-
 su dolog, hogy erőnek nyi-
 latkozata; mert, hogy hirt
 megpendülésünk vagy trombi-
 tát megfújásunk, erőre van
 szükségünk; hogy pedig az
 itt felhasznált erő mozgást
 hoz létre, legföljebb a rezgő-
 lúrnál lehet észrevenni. A
 fénynél még nehezebb a do-
 log; hogy fényt, mint erő-
 nek nyilatkozatát fogjuk
 fel, illetőleg hogy az erő által
 okozott mozgás mint fény

Lejjen fel, nem olyan köd-
fekő dolog, hogy arról, mi-
mi sem Kellene.

Tekintethe véve a hangot,
kétséget sem szenved, hogy hang
közvetítésére pró's azon kívül a
hangot befogadó ép fül, mint az
egy felfüggesztett akusztikus műk-
séges; ez azonban még nem elég.
Működés még, a hangot átvivő
közeg. Erről Könygen győz meg
bebizonyít, egy légűres térbe helye-
zett zengő test, melyet fülünk, az
alkalommal jérre semmi nem
képes. A hangot átvivő közeg
a levegőn kívül, más gáz vagy
általában test lehet. — A fény
is átvivésére vizsgáló szemnek
is működés van átvivő közegre,
az a hypotheticus éter, mely az
egér világít, de az anyagot is e-
gyszerűen betölti s végtelen finom-
ul elosztott abszolút rugalmas a-
nyag. Az anyagi testek emiatt
mindegyik pocáttják át a fényt ke-
vésbe többé, mint a hangot, mert
ezeket is az éter tölti el.

A hang egyáltalán pró'íróleménye.
Sutalt megintve kerünkkel csat-
tanást hallunk; kerünkkel mox-
gatasára, erőt határoztunk fel.
Az eső, mozgási erővel felru-

házaott kék aratálba ültödvé,
 erélyt veti, mely itt egy
 vesát melege alékal át, más
 vért pedig a levegőt mozgá-
 ba hozván, ^{ex}füllünk dobhartájá-
 ra nyomaát gya korol, a mi
 beennünk a hang érszetét kel-
 ti. - Egy megpendített húr, rez-
 gö mozgását a levegőnek át-
 adván füllünket mint kellemes
 hang illeti; vagy sípot megfúj-
 ván, a haladó levegő annak
 ajkára ütközik s a levegőt
 hozza mozgásba.

A phosphor végű gyufát irdes
 felületen dörzsölünk, karunk
 erőt fejt ki, az akadályok pe-
 győkreire; ennek predmenye
 meleg fejles, mely jelen esetben
 elégseges arra, hogy a phosphor
 legkisebb részecskéi elvál-
 jathat (helgelle?) hozassanak,
 miszerint a környező levegő
 elenyivel fény s meleg fejles
 közt phosphorvára egyesülének; s
 föltételen azon körülményt, mi-
 szerint phosphor részecskéi ra-
 hadon mozgathassanak, hogy így
 az eleny prarányok meggyórnási
 körébe jöjhessenek. A láthatlan
 részecskéik pine mozgása az, a
 mely az éter részecskéire átszá-

marván a nem idegharigját ill-
 ti s így az agy előtt mint fény
 jelentkezik. - Newton meggy-
 ráztatást elfogadva a természet-
 búvárok ^{sokáig} azon kevés nékethen
 vették, hogy a fénytő test fény
 anyagot bocsát ki magukból, mely
 a tért megmérhetlen sebességgel
 átfutja, míg beható tanulmányo-
 zás s kísérlet, főképen pedig Young
 ezen föttenés hibái voltak bebi-
 zonyították. -

A hangok minőségökre nézve
 külön felek nyilván való, hogy
 köcs döcögése és zenei hang v
 stellem igen nem egyforma kelle-
 mes ráuk nézve. A különbség
 ezek közt, abban van hogy, míg
 az előnél az egymástan követ-
 kező benyomások kebelételennél
 követik egymást, addig a zenei hang-
 nál ezek egyformák s valóban
 követve egymást egybeolvadnak.
 A fénynél hasonló különbséget
 nem lehetni észre, a fény, fény
 marad.

A hang és fény tehát a testek ucskáj-
 nésekreinek mozgása által jö-
 létre; ezen mozgás igen gyors
 rezgésnek, oscillatio'nak, nevezik.
 A rezgés kétféle lehet, s pedig
 a haladási irányra merőleges vagy

avval egyirányú, transversal vagy longitudinal. Ezek pótelmekké válnak, fel egy egyensúlyban levő anyagi pontrendszer, melynek egy-vezetése kedvéért, csak egy irányú kiterjedése legyen:

Ha a pont a rendszer horizontálisra függőleges kimozdítottatik egyenlő helyektől a ig s azután megáramlagosítottatik, akkor a pontok közt az egyensúly megzavarodik, a hoz közellevők iparkodni fognak azt bizonyos rövid idő múlva követni s így bizonyos mozgási erővel fölfelé mozdognak; a pont a helyre, a legnagyobb kiterjedésig, ha éppen, mozgási erővel, helyrehozó alakul át s visszafelé indul régi helyére, míg a utána követők mozgási erővel tovább mozdognak. a régi helyre éppen mozgási erővel legnagyobb s itt akadályra nem találván tovább mozog a -ig; ez áll a legközelebbi pontok mozgási erővel egymáshoz helyrehozó állásig követik az első. Ha a pont a ig ér, erővel potenciális erővel alakul s visszafelé fog haladni stb.

Ezek eredménye a pontoknak az egymáshoz közeli helyre való ingása v. rezgése. Nyilvánvaló, hogy a távolabbi pontok is nyernek némi mozgási erőt, s hasonlóan fognak viselkedni. - Ha a transversal rezgésnél a pontokat egy pillanatban, össze kötve gondoljuk egy pont által egy görbét, a hullámvonalat kapunk, a mely annál rövidebb, minnél rövidebb idő alatt a pontok rezgéseiket elvégzik, megjegyezve hogy egy hullámvonal axon két rezgés négyes közti távol, a melyek sebessége s mozgási iránya egyenlő.

Második nemre a rezgésnek, akkor áll elő, ha a rezgésekkel való lódása a hullámaladási irányával összekötik a midőn L. v. föl-
váltva sürűsítés és ritkulás ke-
letkezik. Világos hogyha az első rezgések transversal rezgéseket terem, úgy a többiek is transversal rezgéseket fognak teremni. Hozzá-
er áll a másik rezgésre nézve. E két neménél a rezgésnek az idő, a mely eltelik míg a mozgás az egyik rezgéstől a másikra átrá-
narik különbsége. A longitudi-
nális rezgéseknel a térfogat válto-
zás ellenében ható erők dolgoznak

4.
alepül, a transversal rezgések-
nél pedig a térfogat változáson
kívül, még az alak változás ellen
munkódó erők is működnek. I-
gy azt kell mondani, hogy az au-
testek, a melyekben az alakválto-
zás ellenében nem működnek
erők ^{rezgéseket nem végeznek} transversal, azok pedig, a
melyekben mind az alak-, mind
a térfogatváltozás ellen működ-
nek erők longitudinal ^{és transversal} rezgések-
et végeznek. - A hang a levegő-
ben longitudinal rezgésekben
terjed, a fény pedig transver-
sal rezgésekben, s pedig minden
irányban a haladó irányra vagy,
mint mondani szokták, min-
den azimuth szerint.

Egy hangzó vagy fénylő test re-
zecskei tehát mozgásban van-
nak; a rezgések a közeggel kö-
szölkötve a jelző jezeit illetik.
A fénylő test rezgéseiről alig mondhatni
birtosát; a hangzó testek trans-
versal, longitudinal és forgó
rezgéseket képviselhetnek a
szerint éppen, a melyek e
testek, s min módon hozhatók
rezgésre. A hangzó testek igen
sokféle lehetnek; a zeneben
különböztetjük ruganyos és lágy

vagy legálább hengereket alkalmazzanak. - A mérgező testeknél a mérgezőek kéma, a melyeket egy bizonyos időben teremnek, függ a test hőmérsékletétől, s az indító erő nagyságától; nyilvánvaló, hogy minnél nagyobb a hőmérséklet, minnél kisebb az erő, a mely azt mérgezőbe hozza, annál kisebb a mérgezőek kéma azaz annál később fogja a test mérgezőit végezni; itt két mind azon körülmények veendőek tekintetbe, a melyek a hőmérséklet befolyással vannak. A mi a hangzó testek mérgezőit illeti, azok mint véges testek nem képezhetnek haladó mérgezőket; mert mérgező az akadályozó pontnál nem jöhetve létre a hullám visszaveretik; a visszavert és az eredeti hullám azután a mérgező testnek oly alakot ad, a mely az egyes pontokra ható eredő erő nagyságából adódik ki; a hol pl. a két erő egyenlő, de ellentett nagyságú, ott mérgező nem fog létre jönni s csomópont keletkezik; a hol pedig az erőket összegezzük egymást, ott legnagyobb kiütődés jö létre s ezzel a neutral segment-ek; ezen körülmények minden hangzó testnél ismétlődnek, s az eltérések csak a test alakjában keresendők.

Lehet, hogy fénylő testben hasonló körülmények állnak föl. —

A közeg mind azon részecskéket, ugyanazon méretekben verít, a melyeket a bejövő rezgőtest ügész, csak hogy maga is módosítólag hat rájuk. Tekintethe véve pl. egy rezgőpontot az a láda részecseit az öt könnysző közegnek, a mely azt minden irányban, tehát gömb alakban viszi tovább, így a rezgőfonttól egy más pontig a rezgés egy egyenes irányában mármint tovább. Ha hullám ellentétbe felülettel találkozik, akkor a rezgésben lévő részecsek eredetileg nézve mozog alakját veszti fel, más részt pedig egymassal a részecskék rezgésére fordítottatik, s így áll elő azután a visszavert hullám, a melynek iránya az eredetivel egy rögzet képez. Ha az eredeti hullám a felületre egy rögz alatt ütközött; akkor pedig a beesési rögz egyenlő a visszaverődő röggel, s oxen rögzek egy síkban felekeznek. A felület alakja s minősége jelenetnek sokféle befolyással van; így pl. vannak az úgynevezett egyenes, gyűrűs és körös

tükrök (felületek), a melyeknél a
föntebbi jelenet igen meglehető-
sen nagy nyíltsággal mind a hang
mind pedig a fényrel.

A vergések main a hangnál, a hen-
gek magasságát vagy mélységét, a
fényrel, a fény minét határozza
meg; e szerint működésük aron-
szabálynak kell állnia, hogy a
vergesii idő független a kitérésii
távától (isochronismus törvénye),
mert ha föltennők, hogy nagy-
obb amplitudó nagyobb időt
igényel, akkor működésük el-
 kellene fogadnunk azt, hogy a
vergesii main ugyanegy időben
közelebb áll a hang mélyebb volta,
ugyanígy van a dolga a fényrel is.
Követelhető, hogy 16 vergés kell
másodpercenként, miszerint hallha-
tó zenei hang keletkeznek, ha a
vergesiek maina igen nagy, akkor
a hang nem lesz hallható; Despretz
36 ezerre tette a vergesiek mainat má-
sodpercenként, a mely alkalomkor a
hangot már nem lehet hallani;
arabban ez esethen az egyenlőségnek
is nem befolyása és így a felfelé
még hallható hangok vergéseinek maina
24 ezer és 48 ezer közt inga-
dózik (Helmholtz & König). A zenei
ben így osztályozzák a hangokat

hogy fölvessek egy alaplengőt, melynek vergési száma pl 10; azon hangot, melynek vergési száma kétszer akkora, mint az alaphangé oktávájának mondják; ezek szerint a hallható hangok vagy 12 oktávát képezzük.

A fénynél e határ sokkal kisebb; a spectrum sávjai közülnek legkisebb vergési száma van, ellenben az ibolyáé a legnagyobb; az első májadpercenként 451 billió, az ibolyaé 789 billió; látszik ebből, hogy a kékön kívül alig felel meg egy oktávnak.

A hangok nemcsak közvetlenül hallhatók vergésbe, hanem közvetve is; sokszor tapasztalhatni, hogy két húr közül, az egyiket megpendítvén, a másik is, föltéve, hogy egyenlő magasságra vannak hangolva, jó vergésbe s art akkor is folytatja, ha az első vergésében megakadályozzuk, elnémítjuk. Ugyanis a vergésbe hozott húr, a neki költözött erővel a levegőt horga mozgatja, a mely az így nyert erőt, a második húrnak átrólgatja, a maga

rezgésai teljesítésére fordítja s
 így hangot ad. Ezen jelenséget azon-
 ban csak akkor jöhet létre, ha
 a két húr rezgészáma egyenlő
 vagyis ha a két hang hullámhossz-
 zai egyenlő. Ezt a jelenséget gyako-
 ratilag alkalmazzák a rezonátorok-
 nál, a melyekben foglalt levegő
 bizonyos hosszú hullámokat képez-
 het. -

Használják a jelenségek a fénynél;
 a megvilágított test a neki eső fény-
 sugaraknak egy részét vissza veri,
 a másikat magába bocsátja, el-
 nyeli, ezek rezgéseibe hozzák a
 test részecskéit s így a test maga
 is bocsátja sugarakat. Töltsétek
 hogy egy alacsony sugarú, melyben min-
 den hálállal bíró hullámok fog-
 laltatnak, ezek egy testre, akkor
 a test nem fog más rezgéseket.
 Töl- ha szabad így mondani -
 visszhangzani s a zenét illetni,
 mint a melyekben a test részecskéi
 rezeghetnek; alacsonyban fog
 előtűnni, a melyekben körvet-
 lenül rezgéseibe hozzá jelennek
 meg. Itt tehát a tömés rez-
 kését érintő kísérleti befolgasát, er-
 zől azonban eddig semmit
 biztosat nem tudhatni.

A mint már mondva volt
 az egyes egymáshoz képest.
 az észrevesztés nem
 történik egy pillanathan,
 hanem az egyes észrevesztés-
 máskor kezdik meg utjuk-
 at, s így tehát sem a fény,
 sem pedig a hang nem
 terjednek el rögtön a térben.
 Ha tekintetbe vesszük, hogy
 mennyivel finomabb s ruga-
 nyosabb a hypothetikus éter a
 levegőhöz képest, könnyen
 láthatjuk be, hogy a hang
 továbbterjedése sokkal több
 időt vesz igénybe, mint a
 fényé. Azon beható kísér-
 letek, melyeket ez irányban
 tettek. kimutatták, hogy a
 hang egy másodperc alatt
 340.89 m.-nyi utat, a fény
 pedig 299,33 km.-nyit tesz.
 Ha a hang vagy fény akadályra
 talál, visszaverődik de úgy,
 hogy a felfogó szer mind
 az eredetit, mind pedig a
 visszavert hangot v. fényt észre-
 vessze és az idő e két behatás
 között elegendő arra, hogy külön
 érzetek számra lehessenek, akkor
 a hang vagy fény láthatólag ismét-
 lődik; a hangnál ez ismét-

lődést visszahangnak nevezik; a
fénnyel e körülmény képeztette
Fizeaut, hogy a hang fény sebessé-
gét meghatározhassa.

A hang sebessége a közeg me-
rűt változik; úgy pl. hydrogen-
ben a hang gyorsabban fog ter-
jedni, mint a levegőben, föl-
teve, hogy e két gas egyenlő
nyomás alatt áll, mivel ily kö-
rűlmény mellett a hydrogen
sűrűsége kisebb s a részecskék
a nekik kölönözött erővel
gyorsabban végezhetik egymással
vonzásukat. Azonban a légköri
levegőnél, ahol a nyomás a
levegő sűrűségére nincs en befo-
lyással, ily különbség nem jöhet
létre s innen van, hogy egy és
ugyanazon közegben a hang
terjedési sebessége a sűrűség-től
független. Ha azonban a leve-
gő hőmérsékete változik, akkor
a hang terjedési sebessége is fog
változni s pedig mennél me-
gebb a levegő, annál gyorsabban
fog a hang terjedni. Innen ma-
gyarázható azon hiba, a melybe
Newton esett, midőn a hang terje-
dési sebességének kiszámítása-
nál, a sűrűdés s ritkulás okoz-
ta hőmérsék-változásokat nem

vette tekintetbe. Folyadékok
 és szilárd testekben a hang
 gyorsabban terjed, mivel ezek
 nál a nyomás a sűrűséghez
 mérve sokkal nagyobb, mint
 a légköri levegő nyomása a
 maga sűrűségéhez képest.
 A fénynél tekintetbe véve
 az éter mint közeg, hason-
 ló különbségek nem jöhetnek
 létre, a vízbe hozott lömög
 mindig ugyanaz. Átválasztva
 a látható testeknél, mint pl. víz
 és üvegél azt tapasztalták,
 hogy a fény terjedési sebessége kisebb,
 mint a levegőben; tehát hason-
 lóan mint a hangnál, szűkebb
 közegben a sebesség kisebb.
 Ezen tény magyarázata a jo-
 gosnak vélik azt a föllevést
 fölleltetni, miszerint az éter,
 a gázokhoz hasonlóan, a test-
 ek közegében sűrűsödést men-
 vel, a mely körülmény an-
 tán a fény sebességére lassító
 hatással van. Innen van
 azon jelenség, hogyha egy sa-
 gárnyaláb homlokánál resu-
 tosan ütközik egy felülettel,
 akkor a fény egy része vissza-
 verődik, a másik lassított se-
 bességgel hatol be a közegbe,

a mi ez esetben a fény eredeti haladási irányára is befoly, a mennyiben a korábban (behátó) meghatott elterjedéseket későbban elhatják át illetőleg közölhetik rezgéseket a többi ~~köz~~ sűrűség folytán, addig a még ritkább közegben haladó'k gyorsabban terjedhetnek. Innen van hogy azon rögz. mélyet, a bevetődő' sugar a felületre hízott függéllyel képez, nem egyenlő azon rögz. mélyet a megtört sugar képez e vonallal; e két rögz. minőségnek viszonya adja az to illető anyag törésszámát-ját s ez tehát nem más mint a két közegben a fény terjedési sebességének viszonya. Ekkor megmaradnak a fény törései halmazt exkó'kkal megjelölhető' jelenetek (Lencsék, Lásabok).

Hasonló' tünnemények ismétlődnek ambar nem oly világosan, a hangnál (Sandhauss Lencseje s Hájcs kiserletei). Ezen jelenségekből meghatározható a körülöfeli közegeket megillető terjedési sebesség.

Az erősség a hang és fénynél a rezgés taglatától, amplitudé-jétől függ; és ez természetes, mert ha egy pont ugyanegy időben nagyobb erővel végzi rezgését, a követlen

működését. hogy a közeg is
intenzívebb rezgésre horka
s élelkebben lassan a fölfüg-
gőre, mint olyan pont
melynek mozgási ereje kisebb.

Az az erősséget a távolságra
vonalkozva, illeti, a hang
mind. inkább nagyobb is nagyobb
levegő tömeget levei kénytelen
mozgásba hozni gyengülni
faji tekintetbe véve, hogy a
keletkező hullámgömbök te-
rülete igen gyorsan nő,
az erő is igen sokszorosan
csökken s részben meleggőz is
változik a hang erőssége igen
gyorsan függ a távolsággal.

A fénynél az abszolút erősség
minsen függővé téve a távolság-
tól, mivel a rezgésre horkandi
éter tömege szállításba nem
jő, (főkéve hogy az éter szíjtalan);
hanem a fénylő felület (v. meg-
világított) nagyságától függ s
pedig, akkor a fény mennyi-
sége függ a távolság négyzetével.

A hang erőssége függ meg a levegő
v. közeg sűrűségétől; a sűrűbb közeg
be keletkező hang erősebb, mint
a légüres térben jövő, mert a mox-
gásba hozott tömeg annál erősebben
fog mozogni, mennél nagyobb a

sürüése; tehát mindazon körül,
 melyektől a melyektől a sürüség
 függ, egyrészt mind a hang erőseje
 is fog függni. — Ha fény ~~(állító)~~
 közegen megy keresztül, akkor
 a közeg szerkezete szerint vagy
 átbocsátatik vagy részben
 átlátszó s kevesebb átlátszó testek. —
 Ha üveg prizma által fehér fény,
 azaz az fény, amelyben minden
 nemű rezgési számu v. hullám-
 hosszal bíró sugarak foglaltatnak,
 megtöretik, akkor ezen sugarak
 sebessége vagyis törése külön-
 böző nagyságú s ennek követke-
 zik, hogy a sugarak min-
 t egy szétterjesztetnek; tapasztalás
 szerint a spectrum vörös vége
 legkevesebb, az ibolya vége pe-
 dig legjobban hajlítható el;
 tehát a nagyobb hullám hosszal
 bíró sugarak sebessége az üveg-
 ben kisebb, mint a kisebb hullámú
 sugaraké, vagy pedig a (kisebb
 hullám hosszal bíró sugarak) keves-
 seb rezgési számú sugarak sebes-
 sége az üvegben kisebb, mint a több
 rezgési számú sugaraké. Emli-
 teni sem kell, hogy a törési együttha-
 zó a különféle közegekben külön-
 böző. — Vajjon a hangnál is a külön-
 féle hullám hosszal bíró hangok

Kérlek felelőre kérem, hogy
 azt nem tudom, de valószínű-
 nek tartom.

Mint említve volt a fény
 része a haladási irányba merőle-
 gesen történik, s pedig min-
 den irányban; vannak jeges
 anyagok, melyek a fényt kétfé-
 le képen törnek meg egyaránt;
 s pedig azok részesei, a melyek
 a jeges tengely irányára merő-
 legesen történnek más
 sebességgel haladnak, mint
 azok, a melyek a tengely irány-
 ban terjednek; az ily jegesek
 a sugarat mindegy kétféle tör-
 nek; innen a kétféle töré-
 s mennyisége. -

Végül vannak kényszerűen
 a fénytörés, a melyek a po-
 larizáció kényszerűen neve-
 zet alatt foglaltatnak össze s
 abban állnak, hogy bizonyos
 anyagokban az éter részecskéi
 kimozdítása vízszintes, más
 esetben pedig függőleges síkban
 megegyezik, s így a hullám-
 zás csak bizonyos, az előbbi
 körülménytől függő síkban
 történik. Ebből egyrészt
 látható, hogy a hang, mely lon-
 gitudinál részecskéiben terjed,

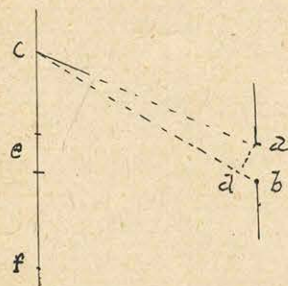
haszoló jelenségek nem fordulhat-
nak elő. -

A hang és a fény, mint már
emlitém egyenes irányban terjed,
vannak azonban tűnények,
melyek ezen állítással ellenkezni
látszanak. Ha pl. hangrótest
és a felfogó szerv közt nagyobb
távolság állnak, úgy hogy telát
a hang egyenesen nem juthat a
fülbe, akkor mégis, a tapasztalás
szerint, a hang hallható. -

Haszoló jelenségek találkoznak
a fényrel; homogén fényt bo-
csátvaunk sűrű, sűrűn át egy fel-
fogó lapra, tapasztaljuk, hogy
a rés világos képe mellett
jobbról és balról több homályos
képe a résnek származik.

A fény tehát valaminth a hang
is elhajlított egyenes irányból.
Ezen tűnények magyará-
zatára Huyghens következő
elvet állított fel: egy hullamban
minden egyes rezgő részecse, mint
egy hullamrendszert központja
fogható fel, a mely itt minden
irányban bocsát ki sugarakat;
mivel az egyes elemi hullamrend-
szerek minden pillanatban egy-
vülnek s a főhullamrendszert al-
kadják. - Ezen elvet a hang el-

hajlása is lehet alkalmasul;
 a hanghullám azon rezgő része
 cse, mely közvetlenül a tárgy
 részéhez jut, egy új hullámrud-
 mer központját képezi, a
 melyből a hanghullámok
 a tárgy mögé, tehát az ere-
 deti iránytól eltérve, is jut-
 nak. Innen van, hogy aka-
 tan a hanghullámok úgy
 fogják körül a tárgyat, mint
 a víz hullámai a kis homok-
 szigetet. — A fényvel e-lüne.
 menny magamárata ugyanaz,
 csak hogy itt csekélyebb mérték-
 ben történik, mivel a hang
 hullámai sokszorosan kisebb-
 bek. — A fény elhajlása kísér-
 letével említettem, hogy a víz
 több képe s nem egy réles, ki-
 rélesedett kép látnak, a képek
 észlehető sötét ^{világos} sávok auzan
 crednek, hogy a víz két réléstől
 jövő hullámok rézéseit nem
 egyenlő stadiumában a rezgés-
 nek találkoznak. Megjelölve
 a b a víz réléit, a c b-ből jövő
 sugarak különböző utakat fut-
 nak be, míg c-be érnek, s így
 történhetik, hogy e két hullám
 rézéseit a rezgés különböző
 stadiumaiban fognak találkozni.



Mivel a-ból b-re egy merőle-
 gest, b-ből adja a két út közti külön-
 séget, föltéve hogy a b igen kis;
 ha b-hozza egy egész hullam
 hosszával egyenlő; akkor b-c hullam
 egy vezgő tartalommal kisebb ér-
 nyen c-be, de visszesei ugyan olyan
 phasisban lesznek mint a-c hullam
 s így fényt adnak; ha azonban
 b-ből hozzá $\frac{1}{2}$ hullamhosszával egyen-
 lő; akkor a két a-c és b-c hullamok
 c-be ^{visszesei} ~~erősebben~~ lesznek ugyan olyan
 phasisban, hanem éppen hullam
 hegy, hullamvölgyekkel fog találko-
 ni; eunok eredménye a visszesek
 nyugvása s ezreent sötét hely.
 A világosság s sötétiség arányatai
 tehát b-ből függenek. Nyilván
 való, hogy b-hozza változik a me-
 reut, a mint a hullamok e és f felé
 haladnak. Azon helyeken tehát, ahol
 a két találkozó hullam útja közti
 különbség ~~egy~~ páros számú $\frac{1}{2}$ hullam-
 hosszával egyenlő; azon helyen világos-
 ság; ahol pedig különbség páratlan
 szám $\frac{1}{2}$ hullamhosszat tesz ki ott vilá-
 gos hely vármarok. Megjegyzendő
 azonban, hogy a rés szélessége csak
 igen kevés lehet, mint ha más
 részt alkalmazunk, a sötét helyek
 nem keletkezhetnek, minthogy a
 rés többi részéből jövő nagy

mennyiségű fény keletke-
 zését megakadályozza.
 Ezen tűnényt, melyet inter-
 ferentia-nak nevezik, általában
 akkor jöhet létre, ha egy for-
 rásból jövő sugarak különböző
 vastagságú utakat kénytelen-
 ek befutni, csak az az külön-
 ségek igen csekélynek kell lenni.
 Ugy pl. ha vékony, állatrá-
 mérre (szappanbuborékra) fehér
 fény esik, akkor a fény mind
 az elő, mind a hátsó felületről
 verődik vissza s ennek eredménye
 hogy a két visszavert sugar talál-
 kozva, a részeseik erői algebrai-
 lag összegezik egymást. Fehér
 fényt alkalmazván, a melyben
 különböző hullámhosszal bíró
 sugarak foglaltatnak, az egyenlő-
 len vastagságú szappanbuborék-
 nál az interferentia ^{mint} színes fény
 jelenik meg, mivel a hosszabb
 hullámú sugarak csak akkor meg-
 minősítésre, nagyobbak kell lenni
 a buborék vastagságának mint
 a rövidebb hullámú sugaraknál s
 így a buborék vastagsága szerint
 különböző színek fognak mu-
 tatkozni. - Ugyan így áll a dolog
 a csínél, ha fehér fényre van meg-
 világítva, a sávok szélei színesek.

A hangnál elöbén hasaúló körül-
menyek fordulnak elő; ha két
hang, melyek hullel harsna egyenlő,
külön bözö utakat kénytelen be-
futni s az ereket közt különbség
pl. $\frac{1}{2}$ hullamhossza, akkor a megint
összejövő hanghullel egyenlő
annyira gyöngítik, hogy a hang
egészen elenyészik; e célra jó
mólgalatot tesz a Quinke-féle kísér-
let. - Ha két hang hullamai külön-
bözö hosszúságúak, akkor nem erő-
sítik illetőleg gyöngítik egymást
állandóan a találkozásnál, hanem
időközönként, mert az egyik
gyorsabban megy a másiknál; így
hármannak igen időközönként
erősülésből, a zenében ismeretes
lökések v. ütések. Ezekre a más-
odpercenként, a két hang rezgés
számának különbségével egyenlő;
ha tehát a két hang közel egyenlő
magas, a lökések igen lassan köve-
tik egymást. Ha azonban a lökések
száma másodpercenként annyi,
a hang rezgés megkivánitja más-
odpercenként egy hang létrejövésé-
hez, akkor a lökések egy új hangot
adnak, mely combinatio-hangnak
neveztetik s a melynek magassága
a két alaphang rezgésainak kü-
lönbségétől függ. Megjegyzendő

arában, hogy a combinatio hangok csak akkor jönnek létre, ha az alaphangok elég erősek. —

A dolog sokkal complicáltabb a valóságban; a hangzó testek rezgéseiről ugyanis nem egyszerűen, hanem összetettül; a főhullámok mellett még másod-, sőt harmadrendű hullámok is keletkeznek, melyek az alaphang hullámaihoz somnialódhatnak. Ezen mellék-hullámok adják a felhangokat, a melyek az alaphanggal mindig bizonyos összefüggésben vannak, s az illető hang minőségét (timbre) teremtik. —

Eddig a hangot és a fényt ugyanem tekintetbe, ha a rezgő test nyugalomban van; mi történik, ha a rezgő test a felfogó testtől távolodik vagy hozzá közeledik. Tény, hogy mind a hangnál mind pedig a fénynél a rezgések minőségétől függ a magasság illetőleg min. Ha a rezgő test a felfogó szerszéhoz közeledik, akkor az egymásután követhető rezgéseket gyorsabban fogják egymást követni; mivel azon ut, a melyet

befutniok kell, folyton rövidebb
 is rövidebb; ennek eredménye,
 hogy a felfogó mervet egy bizonyos jö-
 löben több rezgés fog illetni, mint a
 mennyit rezgő test lényeg ve-
 ges. Ellenben ha a rezgő test távolik
 a szemtől, akkor az egymásután kö-
 vetkező hullanok nagyobb s nagyobb
 utakat futván be, a rezgés lassibbnak
 fog tűnni. A hangnál csakugyan
 észlelhetők a jelek; a közeledő gőz-
 mordonynál a síp hangja magasabbnak
 tűnik, mint az állóé; ellenben a távozó
 mélyebbnak.

Fogg a fénynek hasonló tulajdonságok elő-
 fordulni, a hullámhosszok rövidsége
 miatt, nagy határoló sebességre illetőleg
 utra van irány. Fuggis a spectro-
 scoppal kimutatta, hogy a felenk
 közeledő álló csillgók spectramában
 a D vonal nem esik össze a natrium
 vonalával, hanem egy kisre a spectrum
 ibolya vége felé; ellenben a távozó
 csillgóké a vörös vége felé. A
 napnál, mely a földtől jelentékenyen
 nem távolik, sem pedig nem köze-
 ledik a D vonal éppen összeesik a
 natrium vonallal. —

Méltóságos b. Eötvös Loránt orsz. tanácsvisz.
b. sug. úrnak.

Felkérem méltóságodat, hogy János Goldirsch
rámmár a természetből magyar tan-
nyelvű főgymnasiumok igényeire ki-
pers a házi feladványokat kitűnni se-
veskednék.

Budapest 1886. évi március 11. é.

Alfred Böszörf
ország. tanácsvisz. bizott-
ság elnöke.

Mily körülmények között változik meg valamely testnek
halmazállapota. Milyen függ a halmazállapot a nyomástól
és hőmérséklettől?

Eötvös Loránt

Ms 1092/40

MAGYAR
TUDOMÁNYOS AKADÉMIA
KÖNYVTÁRA

17 laps

Melt. b. Eötvös Loránt
orv. tanárvisg. b. tag
úrnak

Írves bírálat végezt
megküldetik

A dolgozat elfogadása
erősen a részleges
feladomány is kéri

Budapest 1876. jún. 8.

Harich

az orv. Könyvt. ta-
nárvisg. bíró-
ság elnöke

MAGYAR
TUDOMÁNYOS AKADÉMIA
KÖNYVTÁRA

A.

Utt. b. Eötvös. Loránt. bizottmányi tag Úr

Felkírem hogy. Herrsch Ferenc. skámára
^{náry} a feladványokat. természetből, mint mellékfeladványból
~~gymnasiunai.~~ igényeknek megfelelőleg eszer
iére magyar. nyelven írva nekem
megküldeni sziveskedjék.

Budapest. 1876. évi január 10. én

Herrsch Ferenc
~~Académiai~~ ^{ország} tanács ~~titkár~~ vizsgá
ló bizottmány elnöke.

Mely módszer vezeték a hangvezetés hullámhosszáinak ismeret
éhez?

blötvös Loránt

MAGYAR
TUDOMÁNYOS AKADÉMIA
KÖNYVTÁRA

Mely módszerek vezetnek a hang,
rezgések hullámhosszáinak ismeretéhez?
/b. Cótócs Loránd/

Rezgés

1. A pont rezgő mozgása. Ha valamely anyagi pont,
- nyugalmas testrészecske - nyugalmi helyzetéből A-ból valamely
külső által B-be elmozdítottatik
C — A — m — B
s itt a nyugalmi helyzetébe vissza erőre
hagyatik, így ez csakhamar visszahajtja azt előbbi nyugalmi
helyzetébe. Minthogy azonban ezen erő mindaddig hat, míg a
testrészecske nem érkezett meg A-ba, ezért az okozott mozgás
sebesedik s a pont A-ba érkezvén bizonyos eleven erővel bír,
a mely képes teszi, sőt kényszeríti nyugalmi helyzetén túlcsapni,
és C-ig eljutni. Azon időtől fogva azonban, midőn A helyzetét
elhagyta, a változó rugalmassági erő csökkenti a pontnak nyert
sebét, minél fogva sebesége C felé lassúdní, és C-ben teljesen
elengedésként.

Az erőmúlástól ismeretes szabályoknál fogva A-nél
egyenlőnek kell lennie AB-vel, mert ugyanazon erő az,
a mely a pontnak adta sebesedését, midőn az A felé mozgott,
s a mely a mozgó pontnak sebesedését A-n túlcsapván
csökkenti.

C-ben megújul az előbbi ténymény, a mozgó pont
ép azon szabály szerint tér vissza A-ba, mint előbb B-ből,
s innét ugyanazon szabály szerint mozog B felé, mint

előbb C felé. Innét ismét visszatér, s ugyanazon szabály szerint mozog, mint fentebb mondtuk, s így tovább.

A pontnak ilyenmíű ide s oda mozgását egy bizonyos helyrebben rezgő mozgásnak nevezzük.

A nyugalmi helyzettől számitott legnagyobb AB és AC hosszakat rezgési távoknak, vagy a kitérés nagyságának, — azon időt, mely alatt a pont egy teljes rezgést elvégex, rezgési időnek nevezzük. A rezgő testreszeekre mozgási állapotát bármely pillanatban rezgési változatnak mondjuk; meg, határozására három tényezőt kell ismernünk, i. m. a kitérés nagyságát, vagyis Am távot a nyugalmi helyzettől, továbbá a rezgési sebesség nagyságát és irányát.

2. Több pontból álló sornak rezgése. A hullám keletkezése. Ha valamely pontsorban, a mely az egyes pontok közt ható erőnél fogva nyugalmi helyzetben van, egy pontot rezgő mozgásba hozunk, ez által nemcsak az egyetlen pont fog nyugalmi helyzetéből kimozdulni, ha, nem hasonlóan a rugalmas gölyökhöz, körlembi fogja háboríthatóságát a többi ponttal is, s így az egész pontsorral oly irányú lökést adván, a milyent az első kapott.

A rezgés minősége s exzerinti elnevezése az irány külön, féleségétől függ. Legyen pl. AB valamely rugalmas



test részeiünkre sora, a melynél az A -ban

keltett rezgés B felé halad. A részeknek mozghatnak függőlegesen a terjedési irányra, miként ezt az ábra teszi szemléltetővé, ezt keresztrezgésnek nevezzük, rezeghetnek továbbá a terjedési iránynyal egyenkörűen, akkor hossz, rezgésnek neveztetik; mozoghatnak továbbá a részek körben is, ekkor körrezgés származik. Képződhetnek még ezen kívül összetett rezgések is, midőn pl. valamely részecset két lökés indít keresztrezgésre,

vagy a részecske egyidejűleg indíthatik keresztis hosszrögös, re. A rögös lehet továbbá haladó rögös, ha az egyes részecskék közik a nyert lökéseket a mellettük levő részecskékkel, is álló rögös, ha a részecskék egyszerre kezdik rögös, seiket.

Ha a részecskék haladó rögös mozgásuk alkalmával a pontsorról elhagyják, akkor ezek hullámalakú mozgást nyernek keresztirögösökkel végében, a mely a víznek mozgása alkalmával tett hasonlalkjától nyer, le elmozdítását. Minden egyes hullámnak két egyenlő része van: a hullámhegy és hullámvölgy, a melyekben aron pontok, a melyek a felhullám kezdésétől egyenlő távolságban vannak, egyenlő de ellenkező irányú sebességgel bírnak. Megfordítva mondhatjuk tehát, hogy a hullámhegy és hullámvölgy összege egyenlő egy hullámmal, vagy hullámhosszozal, a mely tehát aron írt, melyen keresztül a rögös elterjed, míg egy részecske teljesen beviszi rögösét.

Jelöljük a hullám hosszát λ -val, a rögösi időt T -vel, és terjedési sebességét c -vel, akkor a hullám hosszának meghatározására tudván azt, hogy bármely rögös egyenletes rugalmasságú közegben egyenletes sebességgel terjed, ezen képletet nyerjük $\lambda = cT$.

Mint hogy a keresztirögös a rögös testen alakváltozást idéz elő, ezért keresztirögösre csak oly anyagok képesek, a melyek határozott önálló külalakokat bírnak, melyeknek a milárd testek, részben a folyadékok.

Ha a részecskék kezdettel egyenközűen haladnak a pontsorról, így be kell látnunk az előbbiek nyomán, hogy az egész sor sem változtathatja meg irányát, mert csak oly erők hatnak arra, a melyek a testrészecskéknek ugyanazon irányban való ide s tova mozgását idézik elő,

a pontsor tehát hosszrészecskékel végző. Minthogy azonban hosszadalmas etimológiát lefolytató szerint rajzban elő, állítani, azért itt is hullám alakot szoktunk használni, a hullámheggyel minténkor sűrűsödést, és a hullám, völgygyel ritkulást jelölve.

Azon haladó hosszrészecse nem idéző elő alakváltozást a felet, hanem fölváltva sűrűsödést és ritkulást, minél, fogva hosszrészecse kivételül a légnemű testek képesek, azonban rezeghetnek ilykép a kellőleg rugalmas szilárd és folyékony testek is.

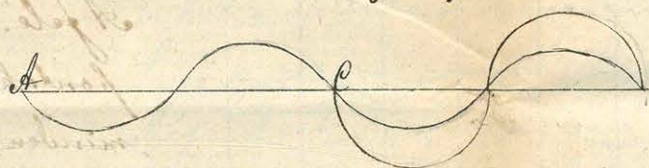
A hullám hosszának meghatározására föltehető, létező képlet azonban nem alkalmas arra, hogy általa az abban foglalt egyes tényezőket pontosan meghatározhassuk. Megjegyezve tehát, hogy a hullám terjedési sebessége azon közeg anyagi minőségétől függ, a melyben az továbbhalad, tehát annak sűrűsége és rugalmasságától, azt fogjuk találni, hogy a terjedési sebesség egyenes arányban van a rugalmasság négyzetgyökével, viszársan pedig a sűrűség négyzetgyökével, azaz $c = \sqrt{\frac{E}{\rho}}$; tehát nem függ a hullám hosszától, minél fogva nagy és kis hullám ugyanazon közegben egyenletes sebességgel terjed. A hullámhosszának meghatározására ennél fogva más képlethez kell folyamodnunk, a melyről azonban alább lesz szó.

3. Hullámtalálkozás. Álló hullámok. Most azon esetet vessük szemügyre, midőn valamely közegben két vagy több hullámforrásból ugyanazon egy időben indulnak ki a hullámok. Ez esetben ezek egymással találkozáskor, egymásra kölcsönösen hatnak. Értünk nem lévén a hullámtalálkozásnak legkisebb, feltehető nemét tárgyalni, csak azon két esetre szorít, közünk, ha két egyenlő erősségű hullám egy, és ellen, irányban terjed, ha tehát a hullámforrások egy és ellenirányú.

nyúak. Az eredményből ismeretes, hogy két erő, a melyek egy időben hatnak valamely pontra, egymástól függetlenül működnek. Ha tehát működésük egyirányú, úgy eredő erejük a működő erők összegeivel egyenlő; míg ha külön, bővebb az erők működési irányukra nézve, eredő erejökkel az erők egyenközinyének átlója adandja. Ugyane szabály szabályozza a találkozó hullámok erősségéből folyó eredményt is.

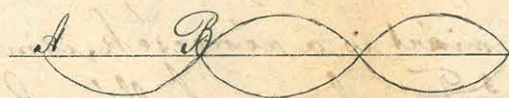
1. Ha a hullámok ugyanazon természetűek és ugyanazon irányúak, akkor a találkozás eredménye a két hullámforrás kölcsönös távolától függ.

a). Legyen pl. az ábrában A az egyik C a másik hullámforrás, a hol tehát az utóbbi A-tól két félhullámhossznyira azaz $2 \frac{\lambda}{2}$ -re van távol. Ekkor



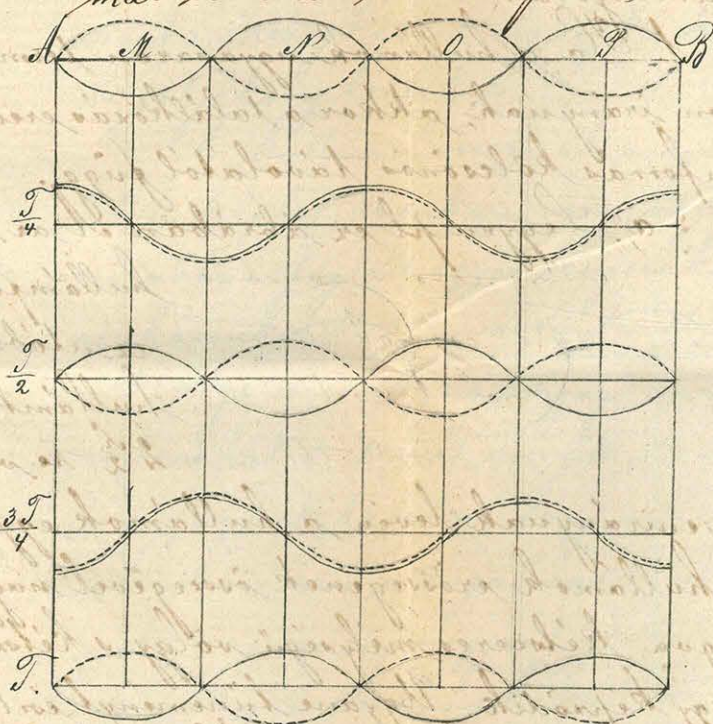
egyenirányúak lévén a hullámok egymást C-re először a hullámok erősségének összegeivel nagyobbítják, minél, fogva kétszeres mélységi völgy s kétszeres magasságú hegy keletkezik. Ugyanezt eredményt érlelnők akkor is, ha a hullámforrások 2H, 3H, 4H stb. = $4 \frac{\lambda}{2}$, $6 \frac{\lambda}{2}$, $8 \frac{\lambda}{2}$ stb. távolságban azaz páros számú félhullámnyira volnának egymástól, miből közvetlenül folyik a tétel, melyre, mint u. i. ha a hullámforrások egymástól való távolság páros számú félhullámhosszak, akkor a hullámok egymást erősítik.

b) Legyen továbbá A ismét egy hullámforrás s a másik hullámnak kiindulási pontja B. Az eset, ben a hullámforrások egymástól távolsága $\frac{\lambda}{2}$ azaz csak egy félhullámhossz, s a második hullám, a mint az ábrából is kitűnik, haladásában egyirányú ugyan de ellentett mozgású.



Exokból a második hullám az elsőnek erősségét gyöngíteni fogja annyira, a mely nagy az egymás közötti erő, különbség, sőt teljesen megsemmisíti, ha egyenlők volna, az erőssége. Ugyanez történik akkor is, ha a hullám, források $2AB, 3AB, \dots = 3\frac{A}{2}, 5\frac{A}{2}, \dots$ távolságban, azaz páratlan számú félhullámhosszra volna az egymástól.

2. Ha a hullámok ellentett irányban terjednek, már különös tünetényeket észlelünk. Terjedjen pl. az



egyik hullám A forrás,ból B felé, míg a másik B forrásból egyidejűleg indul meg A felé. Az A és B pontok közt létező minden részecskekor teljes nyugalomban leend, mert, ama jól, tevé, hogy a hullám erősségei egyenlők viszaveret az erő,

műtan azon szabályára, mely szerint egyenlő és ellen, működő erők egymást megsemmisítik. Itt pedig egyen, lő erősségű hullámvölgy találkozik ugyanoly erősségű hullámheggyel. $\frac{1}{4}T$ múlva minden hullám saját i, rányában egy hullámnegyeddel halad előbbre, s ekkor a két hullám teljesen egybeesik, minél fogva kétszeres hegyet és kétszeres völgyet okoz. De ekkor az M, N, O, P pontok ismét nyugalmi helyzetökben van, nak. $\frac{2}{4}T$ múlva a hullámok elmozdításuakká válnak, miszt is a részecskék ismét teljes nyugalomba jönnek. $\frac{3}{4}T$ múlva a hullámok egyenmozdításuakká válván egymást erősítik, de az M, N, O, P pontok ismét nyugalomba helyezkednek. Egy egész rezgési T múlva

ugyanazon tünemény jó létre, mintha a pontok hullámformái,
saikeból kiindulva csak akkor kezdtek volna el rezgéseiket.
Egy egész rezgési idő alatt tehát az MNOP pontokban
folyvást nyugalom uralkodott, míg a pontoktól jobbra
balra eső részecsek kétszeres erősségű hullámmal rezgtek.
Ezen MNOP pontokat rezgési csomóknak, s a körülök
lévő részecsek kétszeres erősségű hullámaikat álló rezgésnek
neveztük. A mondottakból tehát világosan kilátnak,
mikeint keletkeznek az álló hullámok, s azon körül,
menny is, hogy az álló hullám hossza a haladó hullám,
nak csak felét teszi.

Ugyanígy nem tünemény áll be a hosszrezgésnél is,
a hol a váltakozó sűrűsödés és ritkulás képezi a rezgést, csak,
hogy a rezgési csomók itt egy hullámmeggyördel előre
képződnek, melyek közt a részecsek jobbra balra mozognak,
s álló hullámokat alkotnak. Az ezekre fentebb mondottak
azonban itt is teljes érvényükben maradnak.

4. A hurok keresztrezgése. Ha valamely
vékony s meglehetősen hajlékony húrban hirt vagy része-
get kifestünk, akkor ezek, ha rezgésre elég rugalmas,
sággal bírnak, rezghetnek s mi csakhamar meggyörzöd,
hetünk a max igazságokról, melyeket előbb elméletileg
vizeltünk le. Kimondván nyugalmi helyzetéből ugyanis
a húr egyik végét függőlegesen a húr hosszára, azt fog-
juk lapasztalni, hogy ez csakhamar körleli fogja ha-
borítatását és rezegni fog hasonlóan több elméleti
pont rezgésehez hullámalakban, minél fogva a húrnak
egyes részei majd mint hullámvölgy, majd mint hul-
lámhegy tűnnek szemünkbe.

A húrban keltett haladó hullám azonban csak,
hamar seilárd ellenállásra talál a húrnak végpontjaiban,
a hol ez megerősítve van. A hullám tehát visszaverődik,
minek okvetlen eredménye a rezgési csomók s az álló

hullámok képződése.

Ha valamely hirt körében hozzuk ki nyugalmi helyzetéből, úgy ennek minden részese teljes hosszúságában egyidejűleg fog rezegni, minél fogva rezgés álló hullámot képez. Mert az által, hogy a hirt körében emeltük fel, hullámhegy képződik, mely mint ilyen eljut, van a hirt végéhez, hullámvölgy ként veretlik vissza, és ismét a hirt végén ellenállásba ütközvén, mint hullám, hegy veretlik vissza, s. i. t. a meddig a rezgés nyugvó állat. Minthogy az álló hullám hossza a haladóénak csak felét teszi, feltéve, hogy AB a hirt hossza = l , követ, kerik, hogy $l = 2l$. Amde l ismert



képletünkben = cT , c pedig az az a terjedési sebesség függ azon közegnek, melyben halad, rugalmasságától, és sűrűségétől vagyis $c = \sqrt{\frac{E}{\rho}}$. Azonban c a hirtől függ a súlytól, a mennyiben ez adja meg a hirtől rugalmasságát, d alatt pedig a terfogategységben tartalomott tömeget értjük, a melynek súlyát p vel jelölve $d = \frac{p}{g}$; ha végül q a hirt keresztmetszete és s annak fajsúlya, ak, kor $p = qs$, a mely kifejezéseket fontti képletünkbe helyettesítve, nyerjük, hogy $c = \sqrt{\frac{E}{qs}}$. Az az a hullám terjedési sebessége valamely kifejezett hirtől egyenes arányban áll a feszítőerő és nehézségi erő négyzetgyökeihez, s visszafordítva a hirt fajsúlyának és keresztmetszetének négyzetgyökeihez. Ezen képletet már Euler hozta le 1732. és a Meber testvérek kísérletileg bizonyították be helyességét. / A fontti képletből $\frac{l}{c}$ és helyettesítvén a nyert értékeket l és c se néve

$$T = 2l \sqrt{\frac{q}{E}}$$

Minthogy azonban a rezgési idő visszafordítva áll a rezgések számával az az $n = \frac{1}{T}$, nyerjük, hogy $n = \frac{1}{2l} \sqrt{\frac{E}{qs}}$, miből:

$$\lambda = \frac{c}{n}$$

a mely a hullám hosszának meg.

határozására néve alkalmas képlet. E szerint tehát, minthogy c ugyanazon közegben mindig egyenlő, λ a rezgések számától függ, kevesebb rezgésnek hosszabb hullám, s több rezgésnek kisebb hullám felel meg.

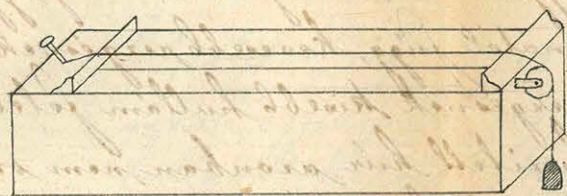
A kifejezített hír azonban nem okvetlenül képez csak egy álló hullámot, mert rezghet a rezgési csomók által elkülönített részekben is külön külön álló hullámokként, minél fogva rezgési csomók létesítéseire kell törekednünk. Hogy a hír egy teljes hullámot ké-



pezzen. Tartsuk a hírt C középpontján erősen, és hosszuk az így kétféleképpen osztott hírnak felét CD helyre. Hogy megfigyelhessük ezután az ebből eredő püneminyt, hagyjuk a hírt egyidejűleg a középpont elmozdulásával önnönmagára. A rezgési idő alatt C -t A -ig halad, míg ugyanazon időben B -nél mint visszaverődött hullám CD -t B -keletkezik. $\frac{1}{2}$ rezgési idő múlva ismét A -nál keprődik egy visszaverődött hullámvölgy, amely B -felé halad, de egyidejűleg B -nél ismét hullámhegy támad, minél fogva ha A -ból B -felé halad egy hullámvölgy, ugyanakkor B -ben egy hullámhegy támad és megfordulva. A hír tehát két álló hullámmá oszlott, melynek hogy hosszát meghatározhassuk, jelöljük a hír hosszát l -vel. Ekkor $l = \frac{1}{2} \lambda$ az álló hullám hossza $= \frac{1}{2} \lambda = \frac{1}{2} l$, mely jelleket fenti képletünkbe helyettesítvén $T = \frac{1}{v} \sqrt{\frac{g}{g}}$ és $n = \frac{1}{T} \sqrt{\frac{g}{g}} = 2 \cdot \frac{c}{\lambda}$. azaz a hír kétszer annyi rezgést végez.

Hasonlóképp rezghet a hír 3, 4, ..., n álló hullámmal, a rezgési idő tehát egyenlő $(2, 3, 4, \dots, n) \sqrt{\frac{g}{g}}$ és a rezgésszám $(\frac{1}{2}, \frac{3}{2}, 2, \dots, \frac{n}{2}) \frac{c}{\lambda}$, amely képletből a hullámok illető hosszait a legnagyobb könnyűséggel lehet meghatározni.

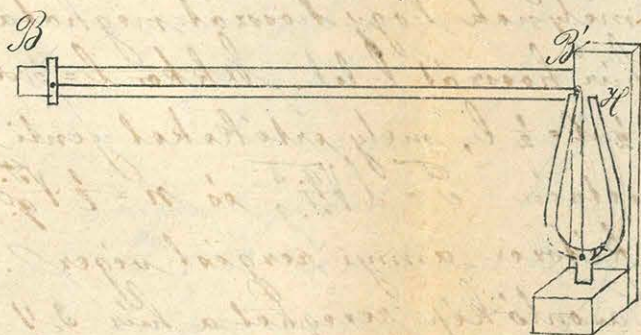
A híroknak ez imént leírt rezgési püneminyeit



tűréseken észlelhetjük az egyhuronyon. Ez egy jól ki-
száritott üres faszekrény,
ből áll, melyre két nyergen
át bel- vagy fémhúr van
feszítve. A kifevitése súlyok
által történik, minélhogy

azt szabadon válasszhatjuk. A két nyereg közti rész 1000
részre van osztva, a mely körülmény elősegít arra a törek,
vésünkben, hogy az egyhuronyon bizonyos (n) számú rész,
géri csomót, s így $(n+1)$ álló hullámot alkossunk. Ugyanis
ha a mozgatható egyik nyeret a húr közepére, vagy
 $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{4}$, ... $\frac{1}{n}$ -ik részére helyezzük, s azt hegedevonóval
rezgésbe hozzuk, észrevesszük, miként a nyereggel
érintkezés helyén, s ennek megfelelő távolokban rez-
géri csomók képződnek, a mit szembevetésük terének
a húrra helyezett papírdarabocskáik az i . n. lovagok,
mert ezek csak ott állapódhatnak meg, a hol a húr
lejtés nyugalmában van, míg más helyről aronnal behu-
lanak.

A húrnak ilyenmód előzetes álló rezgő részekre,
s az álló hullámok keletkezését mutatja továbbá
Mendeleev hangvilla kísérüléke, a melynél a kifevitése



szellőztető hangvilla
horra rezgésbe. A hang-
villának ugyanis, mely
az állványon függőleg,
szenáll, egyik szárára
egy kis fűl van erősítve,
a melyen keresztül
selyemszál van húzva

ez ismét π csavarán megerősítve. A selyemszál má-
sik vége BB' rúdhoz erősített polókában van meg,
kötve. Rezgésbe hozván a hangvillát valamely hegedű,

vonó segélyével, ex körlelmi fogja háborittatását a selyem, szálal is, a mely, tegyük föl, az első kísérletnél olyképen volt megfeszítve, hogy egész hosszában egy álló hullámot képezett. Ha most előbbi feszerejének csak egy negyedére feszítjük meg a selyemszálat, úgy a terjedési sebesség már csak fél, akkora rajta. Minthogy azonban a hangvillának rezgési ideje és rezgésamplitude ugyanaz marad, a sebesség a feszítő vagy feszítő súlyból vesztvén más úton keresi vesztett lényegének pótlását, ex az által történik, hogy a selyemszál két önállólag rezgő részre, azaz két álló hullámra oszlik, melyeket a selyemszál közepén lévő rezgési csomó különít el egymástól. Ha a feszítő erő $\frac{1}{9}$ -del kisebbítetik meg ismét, úgy hasonló oknál fogva a húr 3 álló hullámra oszlik, a melyeknek megfelelő selyemszátrész az egésznek tökéletesen egy harmada, s a melyek két rezgési csomó által különítve el egymástól.

5. Rugalmas vossok hossz- és keresztrezgése.

Ha valamely rugalmas vossoknak egyik végét egymásután ütjük meg valamely kalapácsal, mielőtt azt közepén, vagy egyik vagy másik végén vagy ismét mindkét végén rögzítve megfogjuk, vagy ha azt gyantával bevont posztóval hosszában rögzítjük, úgy a pálerának rezecsei rezgésbe jönnek, melyek a pálera hosszengelyével egyirányúak. A pálera ilyenkor nem változtatja meg alakját, belsőjében sűrűsödés-váltakozók ritkulással, a mely váltakozás azon körvonalok szerint terjed, az egész pálerában, melyeket több pont mozgására nézve már följelöltünk.

Rezgésének terjedési sebességére nézve a képlet, lehet úgy nyújtjuk meg, ha a már ismert $c = \sqrt{\frac{E}{d}}$ képletben c helyett az illető közeg ρ rugalmasági modulusát, és d helyett a pálerának egy milliméternyi keresztmetszetében talált tömeget helyettesítjük; ekkor

$$c = \sqrt{\frac{E}{d}}$$

Rexgési idejének és rexgésamának meghatározására három esetet kell szemügyre vennünk, és pedig:

- 1) ha a pálcza egyik végén
- 2) ha az körében, és
- 3) ha az mindkét végén van megerősítve.

Első esetben legyen ab valamely pálcza, mely a nál meg van erősítve. Ha b. négy gyorsulások által rexgésbe

a ————— b

horzok a pálczát, izz ez fölváltoz majd megrövidül, majd hosszabbá lesz. A

legnagyobb kitéréséket b. viori végbe, míg a nyugatomban van, melyről, minthogy megerősítetve, mintegy sűrűbb közeget képez, a rexgésnek vissza kell fordulnia. Azaz, hasonlítva e tűnemény az álló hullámmal, be fogjuk látni, miként itt a legnagyobb kitérés az álló hullámnak középső részese, vagyis a haladó hullámnak negyede végese, minél fogva itt is $ab = \frac{1}{4} \lambda$. Minthogy a pálczának rexgése csak egy fél álló hullámot képez, azért rexgési ideje ugyanaz lesz oly pálczának rexgési idejével, a mely a köztiben megegyezvén hosszában egy egész hullámot képez, azaz négyszer oly nagy. Az idéket helyet, bevitve a rexgési időre nézve ismert képletben, valamint e helyett is a fentebb felállt értékeket bevezetjük, hogy

$$T = 4L\sqrt{\frac{d}{E}} \text{ és } N = \frac{1}{4L}\sqrt{\frac{E}{d}} = \frac{1}{4L}.$$

A fentebb két esetet együvé foglalhatjuk. Első esetben, midőn a pálczát körében tartjuk, itt rexgési csomó képződik, melytől jobbra balra izz rexgések a részese, mintha a pálcza egyik végén volna megerősítve, az izz megerősített pálcza minél fogva csak felannyi ideig tartó rexgési idővel bír, mint a fentebb. A második esetben, midőn a pálczát mindkét végén tartjuk, a pálcza egész hosszában képez egy álló hullámot, minél fogva e két utóbbinál rexgési ideje ugyanaz, azaz

$$T = 2L\sqrt{\frac{d}{E}} \text{ és } N = \frac{1}{2L}\sqrt{\frac{E}{d}} = \frac{1}{2L}.$$

Ezen rezgési idő és rezgésszám aronban a rugalmas
vesszők leglassabb rezgésére nézve áll, melyet alkalmas
kísérletek által megváltoztathatunk. Hathatunk ugyanis
arra, hogy pl. a pálcza rövidebb hullámmal több rezgést
végezzön az által, hogy ezen mérten erősítsük meg azt.

Ekkor itt is, mint a húroknál, rezgési csomók képződ-
nek, melyektől jobbra balra rezegnek az álló hullámok.

Vegyük először azon leg egyszerűbb esetet, midőn az
egész pálcza egy hullámmal alkot rezgése által, s annak
mindkét vége szabad. Mint hogy az előbbiek szerint
a szabad vég legnagyobb kireggéssel bíróan az álló hul-
lámnak felül, a szabadonak negyedét teszi; következik,
hogy az esetben két rezgési csomónak kell a pálczán
olyképen elhelyezkedni, hogy a pálcza végétől a pálcza
hosszának $\frac{1}{4}$ részére legyenek távol, s két csomó között
képződik egy álló hullám, míg a két szabad vég két
felálló hullámmal alkot. Ekkor $\lambda = l$ és

$T = l\sqrt{\frac{g}{a}}$, miértis $N = \frac{1}{l}\sqrt{\frac{a}{g}} = \frac{1}{l} = 2\frac{1}{l}$, a mely
képletből már kitűnik, hogy a rezgési idő csak felénnyel
az előbb talált értéknek, és a pálcza kétszer annyi rez-
gést visz végbe.

Ha a rezgés hullámhossza csak két harmadát teszi
a pálcza hosszának, ekkor mint hogy $\lambda = \frac{2}{3}l$, nyerjük hogy

$T = \frac{2}{3}l\sqrt{\frac{g}{a}}$ és $N = \frac{3}{2}l\sqrt{\frac{a}{g}} = 3\frac{1}{2}\frac{1}{l}$; azaz a rezgési
idő már csak harmada az előzőnek ez esetben, míg a
pálcza háromszor annyit rezeg. A pálcza ekkor három
csomóval bír, a melyek közül a két első a pálcza
végétől ennek $\frac{1}{3}$ részére van, míg a harmadik, a
pálcza közepét foglalja el.

Hasonló módon sorthatjuk a pálczát 5, 6... n rezgő
részre is, melyeknek megfelelőleg változik a rezgési
idő és rezgésszám képlete.

Ugyanígy eredményhez jutunk oly pálczákra nézve is

ban nem szokik ilyenkor egyenlő hosszúságú rézekre. Így találta Sebeck, hogy oly pálcára nézve, melynek mindkét vége szabad, az első csomónak távolsága a legközelebbi pálcavégétől $\frac{1,322}{4n+2}$ l.; a másodiké $\frac{4,982}{4n+2}$ l.; a harmadiké $\frac{9,000}{4n+2}$ l.; az m-iké tehát $\frac{4m-3}{4n+2}$ l. Strehlke ezt kísérletileg is így találta.

6. Osszetett rezgések. Ha valamely rugalmas pálcát hossz tengelyének irányában dörsölünk, úgy láttuk, mintha ez hosszrezgésekre bocsátotik. Akorban a pálca ilyenkor majdnem soha sem szokott egyedül hosszrezgéseket végezni, hanem keresztrezgéssel egyetemben rezeg, mint ezt Savart mutatta meg legelőször kísérletileg. Kísérletéhez ugyanis vett egy rugalmas pálcát, a melyet fixta homokkal hintett be. Hosszrezgésbe hozván azt, azt tapasztalta, hogy a homok már a leglassabb rezgésnél is bizonyos vonalakban helyezkedik el, holott csak egy rezgési csomójának kellene lenni, a mint azt már megmutattuk. E vonalakat megjegyezte, s megfordítván a pálcát, azt ismét rezgésbe hozta. Akkor azt észlelte, hogy egészen új rezgési csomók keletkeznek, a melyek az előbb találtek között vannak. Abból tehát azt következtette, hogy a rezgési csomók a pálcán csavaralaki vonalakat öltönek, a melyek vagy a pálca végétől csavaródnak jobbra vagy balra, vagy a pálca közepétől jobbra is, balra is.

Hasonlókép van ez a keresztrezgésnél is; ezt hosszrezgés kísérli. Egy nemű rezgések csak a legritkább, ban fordulnak elő. Más rezgése van pl. a húrnak, ha az hegedűvonalával horatik rezgésbe, más, ha megpergetjük, más, ha ütés által húrunk rezgésbe.

A hang és hangrezgés

1. A hang keletkezése. Ha valamely gyöngén kifeszített húr lassan rezeg, rezgési tüneteit csak meinkkel vizsgálhatjuk meg; de ha a húr mindig jobban és jobban feszítetik ki, az előidézett rezgések már oly gyorsak lesznek, hogy a szem nem képes azokat megkülönböztetni, s csak egy átlátzó sík lesz látható; végre exis eltűnik, s a rezgés más érzékeinkre gyakorolt benyomást, a fülre, mit hangnak nevezünk.

A hang tehát rezgő mozgásból származik, minél fogva minden eddig megbesélt rezgési módokhoz hangot, ha rezgésük elég gyors.

Hogy pedig a hang fülünk által felfogható s megérthető legyen, szükséges egy oly hangverető rugalmas közeget, amely a test rezgéseit magáévá tevén, azokat fülünkhöz juttatja. A legköronszerűbb hangverető közeg a körlevegő, mely a testeket szorosan környezvén, rugalmasságánál fogva minden azon történő rezgési változásokat folvesz, s tovább terjeszt.

Hosszrezgésbe hozván valamely testet, ennek kibújáskorodása kizsírítja a levegőt nyugalmi helyzetéből; összehúzódnása alkalmával a kiszorított lég ismét behat az azon pillanatban üres térbe, minél fogva sűrűsödést ritkulással váltakozván, a lég hosszrezgéseket végez. Ugyanekkor történik a testek keresztrezgésénél, a lég ekkor is hosszrezgésekben fogadja a test keresztrezgését, s így terjeszti tovább. Kérőlhethető tovább azonban bármely szilárd, folyékony vagy légnemű test a bennök fölébressztett hangot.

A hangébredés különféle módja szerint, különféle lehet a hang neve is. Egy pl. ha a hang egyetlen

rövid lökésből származik, akkor Durranásnak mondjuk; származhatik hang több gyors egymást rendben nélkül követő lökésekből, akkor rögös a neve; ha azonban ily lökések rendszeresen következnek, akkor hangzat származik, mely utóbbiak a zenének alkotó elemeit képezvén rögöknek is nevezhetők.

A rögökkel magasságuk által különböztetjük meg, mely a hangteremtő rezgéseinek számától függ. Valamely rugalmas páleának hosszrezgés által keltett rögje ugyanis sokkal magasabb, mint ugyane páleának keresztrezgés által keltett hangja, s ez ismét annál magasabb, minél rövidebb, s vastagabb a pálela; továbbá a húrok keresztrezgése által származott hang annál magasabb, minél rövidebb a húr, vagy minél inkább van megfeszítve. Tudván pedig azt, hogy a hosszrezgések sokkal gyorsabbak, mint a keresztrezgések, s ezek ismét annál gyorsabbak, minél rövidebb a rezgő test, következik, hogy a hang annál magasabb lesz, minél több rezgést végez ugyanezen idő alatt.

Garolthalyné készített Seebecknek egyszerű kísérlete által is. Seebeck ezek ugyanis egy fémkorongot vett, mely több körponti körben lyukakkal volt ellátva. Minden egyes körben a lyukak egymástól távolsága egyenlő volt, úgy, hogy a korong pereme felől a lyukak száma mindig növekedett. Képzeltük a korongot gyorsan forgatni pengelye körül. Ha a körben valamelyik lyukon fölül fújlato csövet tartunk, akkor a levegő majd átömlik a lyukakon, majd ismét megakad a lyukak között levő részen, miáltal a korong háta mögött majd sűrűsödés, majd ritkulás állván be, hang keletkezik. Ha ugyanazon részen fúvós sugyanoly gyors forgatás mellett a fújlato csövet a korong közepe felé toljuk, úgy a hang mélyebb lesz, míg ha azt egyik több lyukkal bíró körponti kör alá helyezzük, magasabb

hangot nyevünk. Ez történik akkor is, ha ugyanazon erős fuvás mellett a korongot gyorsabban forgatnók a fújtató erővel ugyan, csak gyorsabban főtől hágyván. Miből inkább következik, hogy a hang változó magassága az első esetben úgy mint az utolsó, bár a lökések számától függől; a hol a lökések száma kisebb, a hang is mélyebb, a hol az nagyobb, a hang is magasabb. Minthogy pedig, mint már fennebb mondtuk, kevesebb rezgésnek nagyobb, több rezgésnek kisebb hullámhossz felel meg, következik, hogy a mélyebb hang nagyobb hullámmal, a magasabb hang pedig kisebb hullámmal rezeg. Ezért, a meghatározásaira a már ismert képlet szolgál.

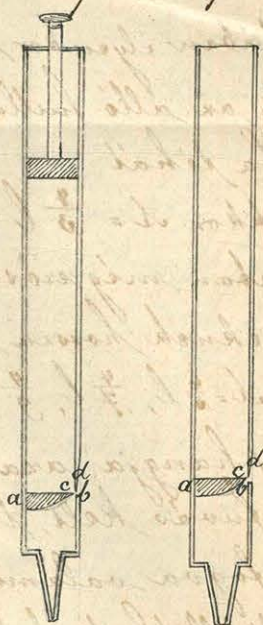
A mit a rugalmas testek hosz és keresztrezgéseinek törvényeire néve fentebb megállapítottunk, áll azok hangrezgésére néve is, a mit a számtalan kísérletek igazolnak. Ugyanek áll a hurok keresztrezgésére néve is. Helyén kértül a rezgő testek egy különös sajátágáról is szólni: a mellékrengékről. A hurok rezgéseinek elméletét említettük, hogy ezeknek rezgés alkalmával csak, miképpen képződnek, mi által a hurok több álló hullámmal oszlanak. Minthogy minden egyes álló hullám mindegyik önmagának rezeg, következik, hogy ezeknek mindegyike hangot fog nemzeni; ezeket, az egész húr okozta alap, hangtól megkülönböztetendő, mellékrengéseknek nevezzük. A sajátág minden hangibresztőre néve áll, s hangiró segítségével meggyőződhetünk arról bármily rezgő testen. Ezen mellékrengések lehetnek őszhangok az alap, hanggal, de lehetnek méthangok is; az elsőket tehát annál inkább hasonlíthatók a zenében, míg a másikat nem. Ezek köre tartoznak a rugalmas pálcák, lemezek stb., azok köre pedig a hurok, sípok stb.

Hogy tehát valamely hangnak rezgéseimát tisztán megfigyelhessük, arra kell törekednünk, hogy az alap rezgést megzavaradjuk a mellékrengéktől, a mi mesler,

séges úton lehetséges is, mert a hangrezgés hullámhosszáinak meghatározására nagy befolyással van a rezgésrám pontos tudása.

2. **Sipok.** A sipok hosszukás csövek, a melyekben a légoszlop hosszarezgése indíttatván, szintén hang viámarik. A sipok kétfélék, úgy mint: ajaksipok és nyelvsipok. Az első nembeli sipoknál a hang, függetlenül más testtől, csakis a légoszlop rezgése által jön létre, ellenben a nyelvsipoknál a lég rezgéséhez más rugalmas testnek - a nyelvnek - rezgése is járul a hang létesítéséhez.

Az ajaksipok főrészei: a sipfej, és a tulajdonképeni sip, a sipcső. E két részt az al vázlatja el egymástól



úgy aronban, hogy egy keskeny hézag al, tal egymással összekötöttekben maradjanak, melyen át a levegő körlekedhetik. Cél a cső vérsimán nyílással bír, úgy aronban, hogy a sipcsőnek a végére i kalakkal bírjon; ez a sip ajka.

A fejbe fújt levegő kitódulván a hézag, gon a ajakra ütökörik, hol két részre hasad. Ezen a csőbe ható levegő nemri

a hangot, mert behatolván a sipcsőbe, a cső végénél levő levegőt fölöröktetja és

sűrítést eszközöl; a sűrítés folytán nem hatolhat be a lég ismét a csőbe, hanem a szabdába ömlik. Amint a csőben foglalt lég ekkor újra kiterjedkedik, azaz megritkul, mi, nélkülözve a hézagon átömülő lég ismét a csőbe tádulhat, s újra sűrűsödést hoz létre. A mint már kitűnik, a lég a csőben hosszarezgéseket végez, melynek következménye a hang.

Az ajaksipok ismét kétfélék, úgy mint: fődött és nyílt ajaksipok. Ha a sip fődött, úgy a hullám önnet visszave, rődik olykép, hogy a hullámhegy mint hullámvölgy érkezik vissza, s ez ismét mint hullámhegy. A mint ismerekkel, a

csőben álló hullám keletkezik, a melynek hossza a cső két, szeres hosszával egyenlő. Minthogy pedig az álló hullám hossza fele a haladó hullám hosszának, ezért a cső hossza egy negyed hullámmal egyenlő vagyis $l = \frac{\lambda}{4}$ miből $\lambda = 4l$ a mi által a hullámnak hossza megvalna határozza.

Erősebb befúvás által gyorsíthatjuk azonban a lökéseket, s ha ezek oly gyors egymásutánban következnek, hogy a kezdetleges hullám csata akkor éri el a síp fődőjét, ha az első réteg rezgésének $\frac{3}{4}$ -ét bevégette, hogy tehát egyidejűleg terjedjen a fődőtől egy hullámhegy és az ajaktól a hullámvölgynek második fele, ekkor oly álló hullám keletkezik, a melynek hossza a csőnek $\frac{3}{2}$ része. A csőnek az ajaktól $\frac{1}{2}$ rész távolságban ilyenkor rezgési csomó keletkezik, s az ajaknál van az álló hullám fele, vagyis a legnagyobb kirengés. Ha tehát

$$l = \frac{3}{4} \lambda, \text{ akkor } \lambda = \frac{4}{3} l$$

Kísérökhöznek azonban még erősebb befúvás mellett oly hullámok is, a melyeknek hossza a sípnak $\frac{5}{6}$, $\frac{7}{6}$, $\frac{9}{6}$... részével egyenlő, ekkor $\lambda = \frac{6}{5} l$, $\frac{6}{7} l$, $\frac{6}{9} l$...

A sípoknak alaphangja, azaz azon hang, melyet a leggyengébb befúvás kelt, tehát a sípnak hosszától függ, minél fogva valamely sípsor által az egész röngeleptét előállíthatjuk. A kapartalat azonban némi eltérést mutat az abszolútól, mit a nyílás nagysága s minőségének, és a síp keresztmetszete, lének lehet beszámítani. Az eltérés még följebb, ha a hangot elméletileg határozzuk meg.

A rezgésnek terjedési sebessége 0°C . hőmérsékletnél következő képlet áll:

$$c = \sqrt{\frac{2\pi g}{s}}. \quad k = 331,2 \text{ m.} \quad \text{a hol } H \text{ a légnyomás,}$$

mását a higanysz. s a higanyszűrűségét, s a lég sűrűségét és $k = 140$ állandó együtthatót jelent. Ha tehát a cső hossza l méterekben van adva, akkor $N = \frac{331,2}{4l}$

Kísérletileg azonban mélyebb hangot kapunk, a melynek
 rezgési száma $N = \frac{33N_2}{4(L+x)}$.

Az előbbi elmélet szerint ugyanis a légátomlás
 alkalmával az egész alsó légréteg jó rezgésbe, s e rezgés
 terjed a sípban fölfelé, a mi lehetséges lenne, ha a
 síp köröskörül nyitva volna. A betöltött lég azonban
 csak az ajaknál levő légréteget hozza rezgésbe, mely
 körülménynél fogva a síp alapján is képződnek némi
 visszaverődések, a melyek azt okozták, hogy az első csó,
 mo' nem pontosan $\frac{1}{4}$ haladóhullám hossznyi távolban van
 a szájnyílástól, hanem kevesebbre, miért is az alaphang
 vörte hullámhossza kissé nagyobb, mint a síp négyszeres
 hossza, a mit Liscovius, Dulong és Wertheim kísérletileg
 meg is mutattak. Wertheim ennek meghatározására
 oly hengeres sípot vett, a melyek több darabból állottak,
 azonban csavarok segélyével összeilleszthetők. Kísérte,
 tehát tehát oly sípok állottak rendelkezésére, melyek csak
 hosszai által különböztek egymástól.

Hangra kéllően az L hosszú sípot, az alap,
 hang N_1 rezgéssel bírt, azaz $N_1 = \frac{c}{4(L+x)}$.

Ha a meghosszabbított síp ismét hangra kélltetett,
 alaphangot N_2 rezgéssel bíró hangot kapott, vagyis

$N_2 = \frac{c}{4(L_2+x)}$. E két egyenlethől x -nek
 értéke már meghatározható, mert

$$4N_1(L_1+x) = 4N_2(L_2+x) \text{ és}$$

$$x = \frac{N_2 L_2 - N_1 L_1}{N_1 - N_2}$$

Itt x -re nézve azonban csak a sípok hosszai voltak
 befolyással, s mi említettük, hogy egyenlő hosszúság
 mellett változik annak értéke, a sípok átmérője szerint is.
 Telöljük ennél fogva B -vel a síp szélességét, D -vel annak
 vastagságát, tehát keresztmetszetét $BD = S$ -sel, továbbá
 a szájnyílás átmérőjét s -sel ekkor

$$x = c(B+D) \left(1 - \sqrt{\frac{s}{B}} + \sqrt{\frac{s}{D}} \right) \text{ a hol } c \text{ egy állandó, mely}$$

a síp anyagának minősége szerint változó; így pl. az üveg és fémnél = 0,210; a fánál = 0,240. És ha a síp hengeres

$$\alpha = c \sqrt[3]{P(1 - \sqrt{\frac{2}{3}} + \sqrt{\frac{2}{3}})}$$

A kísérletileg ismételt eredmény nem teljesen egyenlő ugyan az e képletek segítségével nyert eredményekkel, mindazonáltal megközelíti azt annyira, hogy használatos; oka ez eltérés, nek az, hogy Mertenheim a hang terjedését egyenlőnek tekintette föl a szabad légben, így mint a sípban.

Edliger vizsgálódásaink földött sípra vonatkoztatva, vannak azonban alkalmazásban nyílt sípok is, s minthogy ezek módosítják a hangrezgés hullámhosszának meghatározására, tekintetük köréletről.

A nyílt sípok mindkét vége közelkedik a külléggel, mincképpen körétkermeje az, hogy a légoszlop mint két végén terméketes sűrűséggel bír. A betöltő lég réteg, jól rétegre terjedkedvén, rezgését körli ezekkel; a cső végénél azonban inkább közebe jutván visszaverődik olyképp, hogy a hullámhegy, mint hullámhegy lép vissza, s a hullám völgy, mint hullám völgy. Leggyengébb befúvás mellett tehát oly hullám páros, a melynek hossza a síp kétszeres hossza, val egyenlő, azaz $\lambda = 2l$. A hullám ilyenkor mint álló hullám két fél hullámot alkot, a melyeknek rezgési csomójok a sípközepeben van. Rezgési száma tehát $N = \frac{c}{2l}$. Erősebb befúvás mellett a sípban két rezgési csomó jó létre, a melyek a síp hosszának $\frac{1}{2}$ -ére vannak a síp végétől; ezek közt álló hullám keletkezik, a melynek hossza a síp fele, vagyis $\frac{1}{2}l$, míg végein egy negyed hullám rezeg, melyeknek hossza egyenként $\frac{1}{4}l$. Rezgési száma a hangnak ekkor $N = 2 \frac{c}{2l}$. Hasonlóképp találjuk még erősebb befúvás mellett, hogy $\lambda = \frac{2}{3}l$ és $\lambda = \frac{1}{3}l$; rezgési száma pedig $N = 3 \frac{c}{2l}$. Hasonló hosszúság mellett tehát nyílt síp alaphangja a földött síp alaphangjának

nyolcada.

A tapasztalat azonban még azok megfigyelése és tekintetbevétele mellett, miket a fődől ajkcsipőknél említettünk, azt tanúsítja, hogy a nyert hang különbözik egy kevés az elméleti ideig nyert hangtól, mely körülmény azon újra vezet, hogy kell még egy oknak lennie, mely a hangra néve befolyást gyakorolva azt módosítja. Wertheim erre okul azt találta, hogy a hang nem verődik vissza teljesen a síp felső végétől, hanem még egy kicsi kúcsap, minél fogva a hangrézongoró nagyobb, mint a hogy az elméletben feltettük. Hogy ez tényleg így van, meggyőződhetünk róla ha a síp fölé homokot hal hintett Dobhártyát tartunk. A homok a Dobhártyánál a légrongortól nyert rezgésűel fogva kitérve lévén a rezgés okorta változatoknak, mindaddig morog, míg a rezgés megszűnik, illetőleg a rezgés határán áll van. A hullám hossza tehát ez esetben $\lambda = 2(l+x+y)$ és a rezgésszám $N = \frac{c}{2(l+x+y)}$. Az x és y meghatározására Wertheim a már föntebb leírt módszer folytatódt. Akkor ugyanis

$$N_1 = \frac{c}{2(L_1+x+y)} \text{ és}$$

$$N_2 = \frac{c}{2(L_2+x+y)} \text{ miből}$$

$$x+y = \frac{N_2 L_1 - N_1 L_2}{N_1 - N_2}$$

a mely kifejezés csak a síp hosszaire néve áll. Tekintetbe véve a síp keresztmetszetét, a föntebbiékre

$$x+y = c(B+D)(2-\sqrt{\frac{D}{B}} + \sqrt{\frac{B}{D}}) \text{ a hol } c = 0,187.$$

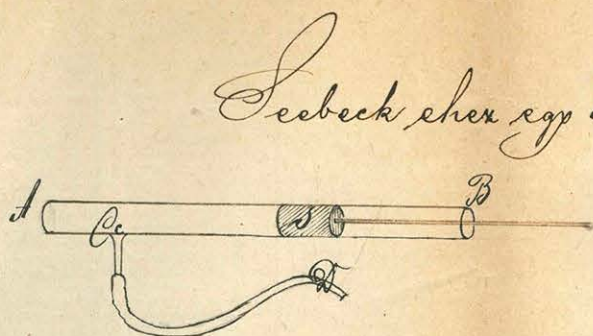
Az e képletek által nyert értékek x és y ra néve majdnem teljesen egybeesnek a kísérlet tapasztalt értékeivel, melynyel, úgy, hogy minden tekintetben használhatók.

A legnek imént leírt rezgéseit nemlélhetővé teszi Hopkins kísérlete, mi által, alkalmunk nyílik a hullám hosszát egyenesen megmérni. Hopkins üvegcsipővel készített kísérletek, melyet függőleges állásban horott hangzásba. Ha a hangzás alatt a csőbe homokkal hintett

Dobhártyát bocsátunk, ex a rezgésre érzékeny levegő, a hangot mindaddig tartja mozgásban, míg a rezgés tart vagy a csomópontokba nem ért. Tudván tehát azt, hogy a lég a sípok, ban hosszrezgéseket végez, a hullám hosszának meghatározására a csomópontok távolságát kell csak megmérnünk a síp csújától, ennek négyszerese adandja a hullám hosszát. Képezt a hullám hosszának megmérése más kézen, léket használt.

Ha ugyanis valamely mindeket végén nyílt csövet rezgésbe hozunk, akkor a csőben foglalt levegő nem rezeg a csővel együtt, mit igazolni láthatunk azon körül, mény, mely szerint korpafümagliort vagy kovasavot hintvén a csőbe, ex az észlelt rezgések tárgyaltása al, kalmával említett a cső oldalain képződő Savartféle csomóvonalakkban helyezkedik el. Ex nem történik a, zomban akkor, ha a csőnek egyik végét be dugjuk. Ex által ugyanis azon már ismert eset megfigyelése mellett, mely szerint a mindeket végén szabad rugalmas pálcza hossz, rezgése alkalmával végein bír a legnagyobb rezgési hat, határozással, az történik, hogy a cső végei a beáramt leve, gőre hatnak, és a csővel egyidejű rezgésbe hoznak. A lég tehát mintén álló hosszrezgéseket végez, melyek, nek csomópontjait az itt észlelt halmorott korpafümagliort vagy kovasav mutatja. Hasonló hullámképződés tör, tenik akkor is, ha az egyik végén zárt csőnek nyílt vége felől rezgő pálczát dugunk a csőbe. Minthogy a hullám képzése a pálcza okozta körgén kívül mi, sem hat, a korpafümagliort vagy kovasav a csomópont, lokon gyűl össze, melyeknek egymástól távolságát meg, mérven, ismert módon Directe jutunk a hullám hosszához.

Seebeck ismét más módot használt a hullám hosszának meghatározására.



Seebeck ehhez egy AB üvegcsővel vett, a melyben C nál a cső hossz tengelyére függ, géliesen egy kis cső van forrasztva. Az AB üvegcsőben egy nagyon zárt dugattyú mozgatható. A kis CD csőből gummicső vezet, a melynek vége a kísérlet alkalmával a fülbe leendő; a másik a fület ilyenkor valamivel szintén be kell dugnunk. Ha a csőben hosszirányú rezgéseket kellünk, így ex alig leendő a gummicsőön át hallható, ha C nál van a legnagyobb rezgési hatály. Ha tehát A nál valamely hangvillát hozunk rezgésbe, a melynek rezgési számát tudjuk, s a dugaszt mind, addig toljuk, míg fülünk hangot nem vesz észre, így C nál legnagyobb rezgési hatályosság leendő, s minthogy a dugasz lapján okvetlenül rezgési csomó van, azért a dugasznak C től távolsága egyenlő leendő a hullámnak negyedével, mivel ha $cs = l$, akkor $n = 4l$.

Egybefoglalván az eddig mondottakat, a hangrezgés hullámhosszának ismeretéhez a következő művekhez vezetnek:

1. A rezgés elmélete s ezzel kapcsolatban a hangrezgés elmélete különös tekintettel a hullám hosszára;
2. A pipok elmélete.
3. Hopkins, Kundt és Seebeck e tárgyat illető kísérletei.

Feladatom kidolgozásánál Tchéni J., Kísérleti természettanát és Müllner A., Lehrbuch der Experimentalphysik című munkáját használtam.

B. Almáson 1876. máj. hó 25-én

Kersch Ferencz.

ky 5093/44-48.

20.10.1948. Lendületi tervbizottság
leltári adatai. (Központi archívum).

8. 86. 101. - bor.

1948. IV. 17. SZ.

Soroltassanak fel a szilárd halmazállapotot jellemző tulajdonságok az összes fizikai ismeretek (ruganyosság, hangdan, fénydan hő, electricitas magnetismus) körében.

A szilárd testek legyenek bármilyen alakúak azokat különböző szempontból tekintve külön-különre osztatnak fel. Így azon testeket, melyek részeinek elválasztásakor jelentékeny erőt igényelnek, keményeknek, pl achat, gyémánt, quarx, stb ellenkező esetben puháknak hívjuk pl agyag, sepiolith stb; ha a test részei csekély elválasztási erő mellett esnek pl batavia kömgyesep, bolognai palack, stb lágyaknak, ha a Rulerő a testrészeit nyugvó helyzetükből kimozdítja a nélkül hogy a részek összerúgása megszűnne, de előbbi helyzetükből a Rulerő megszűntével ujól elfoglalni nem képesek nyújthatóknak pl arany, ezüst, réz, stb rugalmasak a testek pedig akkor, ha a Rulerő megszűntével előbbeni helyzetükből a kimozdított részek ujól elfoglalni képesek pl elefant- és halsont, keményített acél, kantschik stb. Különben a testek ezen felosztása nagyon abszolút, a memyiben a fa a Kovaghoz képest puha s ez a gyémánthoz képest jellehet mindannyit. Keményeknek nevezzük.

A szilárd testek ruganyosságáról.

Minden test ha az általa elfoglalt térfogaton változtatni akarunk nevezetesen azt kisebbíteni vagy nagyobbítani akarjuk, egy bizonyos ellenállással találkozunk, mely ellenállás mint visszatérő

vagy mint vonzerő működik, s ezen erőket a jelen esetben ruganyossági erőknél nevezük. Pl. ha egy darab fát kisebb térfogatra akarok hozni azaz összenyomni, akkor az ennek ellenálló lassító erő azt akadályozza, ha pedig ugyanazt bármilyen módon nagyobb térfogatra hozni szeretem, úgy az akkor-mozott erőnek a vonzerő áll ellent, mert ez a részeket előbbeni helyzetükbe visszahozni igyekszik, s mindeket egyetben a test ruganyossága jelentkezik.

Azonban nem csak a nyomásnál és húzásnál hanem a hajlításnál és csavarásnál is észlelünk ruganyosságot, melyeket ezek szerint nevezünk el. Minden szilárd test kisebb nagyobb mértékben ruganyos. A ruganyos testek kimozdított részei a rugó megrúntával eredeti helyzetük nyból elfoglalják ha csak e kimozdítás huzamos ideig nem tart, vagy az gyakrabban nem ismétlik, mert ekkor a test kissé megnyúlik, sőt el is szakad, Hodgkinson állítja, hogy súltságos terhelés mellett a meghosszabbítás súltságosan növekszik, azért a valóságos határt a nyújtható és ruganyos testek közt csekély erő mellett bajos meghatározni.

Azon határ melytől a részek még visszaterülni képesek a test ruganyossági határánaok nevezetük, azon erő pedig, mely a részeket eme határig mozdítja képezi a rúgált test ruganyossági erejét.

Mindhogy a testek ruganyosságai nagyon különbözök, mert egy és ugyanazon anyagból álló testek is különbözö ruganyossággal bírnak a mint különbözö alaknak, ez okból a testek ruganyosságát minden egyes esetben külön kell meghatározniunk.

A ruganyossági erő értékeink alá nem esvén azt csak a rugóerőből és térfogat válto-

xásból nagyobb Repesek meghatározni, és pedig annál nagyobb valamely test ruganyossága, minél nagyobb a Rulerő, s minél kisebb a térfogat változás. Így a Rönöségos életben harralt elnevezés a Endomárgos elnevezéssel ellenkező, ha nem Endomák, hogy az inkább a ruganyosság határára vonatkozik.

Mint hogy a kisebb térfogat változást ezen nedő test ugyanazon Rulerő mellett nagyobb ruganyossággal bír, azért ha a térfogat változást F -nek, a Rulerőt N -nek nevezzük úgy bármely test ruganyossági erejét $\frac{N}{F}$ hányados fejezi ki. Ezen Répletből azon erőt is Repesek vagyunk ki- számítani, mely az észlelt testet annak Rétszeresére megnyújtani vagyis hogy $L = l$ legyen; ekkor pedig $R = N$ a fentebbi Répletből, mely a test anyagának rugalmassági fokát jelenti. Ezen N erő soha sem alkalmazható, mert alig van test, mely hosszának Rétszeresére megnyújtva vagy el nem szakadna vagy rugalmasságát el nem veszítené. Ezen erő csak arra szolgál, hogy általa azon erőt meghatározhassunk, mely az illető testet l hosszúságra megnyújt; továbbá ismerve az erőt a fentebbi Répletből l hosszúságot határozhatjuk meg. Vagyis

$$N = \frac{Rl}{L} \quad \text{és ebből}$$

$$l = \frac{RL}{R}$$

Mint hogy mint fentebb említém, hogy a Rülön-féle testek Rülönféle ruganyossággal bírnak, mely az anyag minőségétől függ, azt hogy valamely test hosszúságának hányadrészeivel nyúlhat meg Repesi a test anyagának velejáróját, mely ugyanazon anyagra változék bár a nagyság

mindentkor állandó, mely egy konstans, mit ismét a fentebbi képletből vagyunk képezni meghatározni, vagyis

$$Rl = K\alpha \text{ ebből}$$

$$\frac{l}{\alpha} = \frac{K}{R}$$

ha a Rőleröt mint súlyt egységnek tekintjük úgy

$$\frac{l}{\alpha} = \frac{1}{R}$$

s ez az anyag rugalmassági velejárója.

A tárgyak ruganyosságának Redukására mer hosszú és \square mm keresztmetszetű pálcácskákat vesznek, s egyik végén felakasztják a másikon bizonyos K súlytal terhelték meg, minek Rőler-Restében a pálca megnyulik, de csak a súly alatt maradás alatt, mert ezután előbbi helyét foglalja el. Ha ezen meghosszabodást L -nek eredeti hosszát L -nek vesszük, a térfogat változást F -nek, úgy F annál nagyobb, minél nagyobb a hosszabodás a test eredeti L hosszúságához képest, tehát F egyenes arányban van L -hez s fordítottban L -hez, lesz tehát

$$F = \frac{L}{\alpha} ;$$

ha tehát bármely test rugalmassági erejét meg akarjuk mérni, úgy az itt talált Főképlet

$$R = \frac{K}{\alpha}$$

Képletbe sive lesz

$$R = \frac{K}{\frac{l}{\alpha}} = \frac{K\alpha}{l}$$

mely képlet előbb mondott állításunkat igazolja mondván: bármely test ruganyossági ereje annál nagyobb, minél nagyobb a test hossza, s minél nagyobb az alkalmazott Rőler

s minél kisebb a térfogat változása. Ha azonban a test minden oldalról egyenletes nyomáson van kitéve, akkor a felület egysége K erő hatásán γ térfogattal kisebbedik, minél folytán

$$\gamma = \frac{VK}{R}$$

hol γ a térfogat kisebbedését K a Külsőt (szilyt) V a térfogatot R pedig az anyag rugalmassági velejárója, mi Wertheim szerint egyenlő az anyag hosszabításra vonatkozó rugalmassági velejárójával.

Itt eddigiekből azt tudjuk, hogy a test hosszabodása az egységet fölvetett (Kgr) szily mellett arányos, mert ha egy Kgr . bármely pálcánál egy \square mm keresztmetszet mellett egy cm hosszabodást eszközöl, egy Kgr -nak 2 cm, 3 Kgr -nak 3 cm hosszabodást kell létrehozni.

Ha azonban ugyanazon hosszúság és szily mellett a pálcát keresztmetszetét kétszeresre vettük azt tapasztaljuk, hogy a hosszabodás itt már csak 0.5 cm lesz háromszor vastagabb pálcánál pedig harmadrészt cm, de mindannyiszor arányos, s így azt mondhatjuk, hogy a test hosszabodása a működő erővel arányos, és pedig a test egyenes hosszával egyenes a keresztmetszettel pedig fordított arányt képez.

A testek a varázs- és zóratásmál is rugalmasságot nyernek; a szilárd testekre néve Wertheim állított föl egy kísérületet, mely nem más mint egy községes lóca, egyik végén szilárdan álló állványra, a vizsgálendő rúd egyik végénél meg erősítésére, másik végén pedig tolható állvány a rúd ^{mozgás} végénél befogadására. Bíranyos körkörülegével a rúd szily által mozgásba hozatik, s ez által a rúd rugalmassága követhetőben meghosszabodik.

A fonalas testekre néve pedig Coulomb

állított össze egyet, melynek segítségével ugyanazt észleljük mint Wertheimnél a vilárdakra nézve. Coulomb erőkre áll egy felakasztott vízszintes szálból, melynek végére mutatóval ellátott súlyt akasztunk, mely egy körbevezetés fölé csúsz. Nyugvásba jöve a szál, alvassuk le a mutatott fokot, s írítsuk ki leírás szerinti fokig, ekkor a szál ruganyosságát nyerve e helyen nem marad, hanem előbbeni helyzetét ohaítja elfoglalni, de lehetetlen ségével fogva ezt nem lehetve a kimozdítás helyén túl átlap a kiírítással egyenlő nagyságu fokig, s ismét hasonló módon vissza, s ingsa módjára leng mig végre a föld nehézség ereje rövestekében mit a súlyra gyakorol, nyugtalomba jön. A fordításnál a fonál ellendülést mutatott, mely arányos azon szöggel, melyet elfordítatott, s a szál hosszával s fordított arányban a szál sugaránál negyedik hatványával.

Midőn így a vilárd teste kúri nyomási ruganyosságát meggyarastuk, nem hagyhatjuk érintetlenül a teste hajlítási ruganyosságát sem, mely az életben számtalan változatban igen jelentékeny szerepet játszik, különösen az éjszakerésnél. E végre oly gondot figyelünk meg, melynek egyik vége meg van erősítve a másik szabad. Ha szabad végét súlyal megterheljük azt tapasztaljuk, hogy ruganyosságával fogva enged s lehajlik; ugyanazon hosszúságú keresztmetszet, s két akkora szélesség mellett ha ugyanazon lehajlást akarjuk elérni, két akkora súlyt kell alkalmazni; ugyanazon keresztmetszet és szélesség le két akkora hossz mellett hogy ugyanazon lehajlást nyerjük, felakakora súly kívántatik;

nyugvanazon hossz és szélesség de Rétahkora Peresztmet-
zett (magasság) mellett nyugvanon lehajláshoz nyugvaner
akkora erő kívántatik. Így azt mondhatjuk, hogy u-
gyvanon lehajláshoz (vagy a gerenda előreséhez) alkal-
mazott erő arányos a gerenda szélességével, s ma-
gasságának négyzetével s fordított arányt képez an-
nak hosszúságával.

Így midőn a szilárd testek ruganyosságát meg-
határoztuk, azt csak külsőleg szemléljük, mint a
test meghosszabbításából kiszámítható erősséget s a
részek nyugalmi helyzetének megváltoztatását.
Tekintsünk most azon mozgási törvényeket, melyek
a testrészek közt a húzás, (vonásnyomás) szóval a test
részek kimozdításánál előfordulnak. Ha a testeket
e szempontból osztályozzuk úgy a test rugalmassági
határát néve szemügyre azt találjuk, hogy a testek
igen sokféle rugalmassági határral bírnak, rugalmat
tanoknak ellenkezőleg rugalmasoknak neveztetnek.
Idekhoz inkább azok tartoznak, melyeket főnebb
már Reményeknek neveztünk s ezeknek bár ru-
galmassága igen nagy, de rugalmassági határa igen
csekély, azért ezek a rezgésekben nem is játszanak
valamni nagy szerepet, s így a hangokban sem, mert
itt a rezgésre szánt erő nagy részt melege alá kerül, más
részt ennek folytan alakváltoztatására fordítatik.

Mint hogy a rezgő mozgás által nagyarássuk
a hangot, a fényt, a hőt, ez okból célszerű leendő
hogy a szilárd testek zábbi tulajdonait könnyebben
leirhassuk a rezgést (lengő vagy ingó mozgás) tüze-
rebben tárgyaltat, s egy ozeraminid némi előzményt
erre is előbeszajtan.

A mozgás lehet egyenletes és nem egyenletes. Az ismét egyenletesen sebesséző vagy egyenletesen fogyó, ez pedig egyenletlenül sebesséző vagy egyenletlenül fogyó. Ha a test megindítatik az sebességének fogva folyson egyenletesen haladna, ha akadályok nem volnának; de ezek mindig fordulnak elő, így hogy a természetben egyenes irányu mozgás ritkábban fordul elő,

De legyen a mozgás bármily egyenletlen azt végtelen kis időre egyenletesnek vehetjük, mert végtelen kis idő alatt a sebesség érzékelhetőleg nem változik s így az egyenletes mozgás törvényeit ezekre is alkalmazhatjuk. Éppen így a görbe irányu mozgást végtelen kis időre nézve egyenesnek vehetjük, mert ez alatt végtelen kis tért fut be, mely érzékelhetőleg nem görbe. Itt az egyenletes mozgásról lesz szó.

A mozgásnál tekintetbe jön (először) a megfutott tér, az idő, a sebesség. A sebesség alatt mindenkör az idő és a megfutott tér közti viszonyt értjük, tehát azon tért, melyet a test egy mperc alatt megfut. Ha tehát a test egy mperc alatt megfut AB tért, az egyenletes mozgásnál a másik mperc alatt megfutott tér szintén AB stb. Ha tehát a megfutott tér ismerni akarjuk, az idő másodperceit a sebességgel szorozzuk, vagyis ha $s = \text{spatium}$, $t = \text{tempus}$, $v = \text{velocitas}$, úgy

$$s = vt; \quad v = \frac{s}{t}; \quad t = \frac{s}{v};$$

Az erő azon ok, mely a mozgást létrehozza. Az erőt magát nem ismerjük, hanem csak hatását érezzük. Az erőnek pillanatig kell a testre hatnia, hogy egyenletes mozgást hozhasson létre, mert különben új meg új sebességet közölnözne annak. A természetben ily rövid ideig működő erők nem léteznek. De ha még oly hosszú ideig működnek is, az utolsó pillanatot midőn azoknak vége szakad pillanatnyi időnek vehetjük, pl a pusztában a löpor szemeit egymás után

gyutadván a sebesség növekedő, (a golyó) itt vehetjük pillan-
natnyi időnek azon időt, midőn a golyó a csőből kiszabadul.

A rezgő vagy lengő vagy ingó mozgást az ingánál na-
pontkint látjuk. Itt a mozgást a nehézségi erő idézi elő, de
bármely erő is idézhet elő rezgő mozgást, így a delező is mo-
zog, s ezt a delező erő erkörli.

Az inga-féle mozgás a rezgő mozgásban utmuta-
lául szolgál.

Ha ab inga felemelkedik ac-ig, az nehézségének
fogva b-be vissza törekszik, míg pedig a nehézség erő-
nét fogva, mely rés mindég erőst gyakorol növekedő se-
bességgel. A legnagyobb sebességet b-nél nyeri, homiét
tehetetlenségének fogva bd-ig (= ac) halad fogva sebes-
séggel, arax a mint növekedett ab inga sebessége
c-től b-ig azon arányban fog sebessége d-ig b-től
mint a mely időveltségig emelkedett az inga, homiét
b-be tér vissza.

Az ily mozgás, melynél a mozgó test időnkint
a kiindult helyre visszatér lengő vagy rezgő mozgást
nevet visel.

Egy lengésnek pedig azt, míg a kimozdított test
ismét helyébe visszamegy. Így ab inga fölmege c-ig
amét vissza b-n keresztül d-ig s vissza b-be ez egy
lengés.

Ha nem most már emeljük ab-t függőlyesen egy
galmi irányában mintegy meghosszabbítván, ha itt b
egy kis tökélet nap, azonnal felfelé mozog s a másik
oldalra is g-ig emelkedik, s csak ezen tér megfőtele
után igyekszik vissza előbbi helyébe. Ez tehát egy
lengés. A test g-nél meg nem áll, hanem tovább halad,
s így körmozgás jön létre.

Ugyan ily lengő mozgást tapasztalunk a tes-
tek részeiben is ha helyükből kimozdítatnak.
Legyen a test egyensúlyi állapotban, a részeket foly-
ton hatnak egymásra.

Ha a részecs helyéből Rimorditáluk az egyenály mag
len zavarva, s a részecs függő sebességgel b-ig megy, ~~mind~~
b-ből növekedő sebességgel a-ba megy, komiót tovább
c-ig halad, éppen úgy mint az ingánál.

Az ingás nem csak egy hanem több síkban is történ-
hetik pl a szoba közepén felfüggesztett inga mind a négy
fel felé járva körben mozoghat. Minden irányu mozgás
clippis alakunak vehető. Ezen clippis lehet kitágult
nagy egészen összelapult. Ily összelapult az ~~az~~ egyenes
irányu vonal idomu mozgásnál.

A rezgő mozgásnál az idő adva szokott lenni, ez sze-
rint a tér is sebesség jön tekintetbe. Mondhatassék Ri:
A-ny, hogy B-ig juttat, ez omiót A-ba vissza omiót
C-be s ismét A-ba jut. Ez egy rezgés. Az idő, mely alatt
ezt megteheti a test rezgési idejének vagy tartamának
nevezetelik. A test helyéből Rimorditátván új és új
változatokon megy keresztül. Ez a rezgési változat,
mely a test helyzetére sebességére és irányára vo-
nasthorik. A test egy rezgési idő alatt minden válto-
zatot átmeny.

Hogy az utat és sebességet kiszámolhassunk, előbb né-
hány képletet van szükségünk, melyeket már főnebb más
alakban láttunk.

Az erő (p) hatásából ismerjük, mely annál na-
gyobb, minél nagyobb a tömeg (m) minél nagyobb a meg-
futtat seb(v) sebesség és minél kisebb az idő.

E szerint az erő mely a testet egyik helyről egy má-
sikra mordítja bizonyos idő alatt e képlet

$$p = \frac{mv}{t}$$

~~ezt~~ által fejeztetik Ri.

Tudva van azonban hogy a tömegek Rirergéseket
(hossz és körvezés) végeznek, s hogy a Rimordított A tömegek
más és más phazisba jön, mi által (B) helyzetének
a központtal való összekötése, s a test nyugvó hely-
zetén keresztül képzett egyenes vonallal közöget képez

mely egyenes képzelt vonalra bocsátott függőleges (C talppont) által derékszögű háromszög származik, melyre ha a háromszög szabályait alkalmazzuk áll

$$AB : Bl = \sin 90^\circ : \sin \varphi$$

De AB a leírt kör (a) sugara $= 1$, Bl az út melyig a tömecs haladt $= s$ ugy helyettesítvén

$$a : s = \sin \varphi$$

ebből

$$s = a \sin \varphi$$

mindthogy φ körponti szög ez pedig a hozzá tartozó körív által is kifejezhető, s mindthogy oly általános alakra van szükségünk, melyből a mozgó test bármely helyzetét leírarmazathassuk, azért ha az egész utat megfuto időt T -nek, annak egy részét pedig t -nek vesszük ezeknek helyes összeállításából kifejezhetjük magad φ szög ivét is azaz

$$\varphi = \frac{2\pi t}{T}$$

ha ezt s képletébe helyezzük akkor

$$s = a \sin \frac{2\pi t}{T}$$

Képletet nyerjük, melyből az út minden pontja melyben a mozgó tömecs áll meghatározható.

Legyen ugyanis $t = \frac{T}{4}$ ugy

$$s = a \sin \frac{2\pi \frac{T}{4}}{T} = a \sin \frac{2\pi}{4} = a \sin \frac{\pi}{2}$$

de $\sin \frac{\pi}{2} = 90^\circ = 1$ azért

$$s = a$$

azaz a tömecs legnagyobb kitérését elérte.

Legyen $t = \frac{T}{2}$ akkor

$$s = a \sin \frac{2\pi \frac{T}{2}}{T} = a \sin \pi = a \sin 180^\circ$$

de $\sin 180^\circ = 0$ azért

$$s = 0$$

azaz a test tömecse eredeti helyére visszatért.

Ha $t = \frac{3T}{4}$ vagy

$$s = a \sin \frac{2\pi \frac{3T}{4}}{T} = a \sin \frac{3\pi}{2}$$

hiszen az értékek behelyettesítése által a helyzet egy-
zenen meghatározható.

A sebesség kiszámítására nézve is áll ugyanazon
háromszögből,

$$AB : BF = \cos 90^\circ : \cos \varphi$$

vagy

$$a : s = 0 : \cos \varphi$$

ebből

$$s = a \cos \varphi = a \cos \frac{2\pi t}{T}$$

Mint hogy azonban a sebesség v (velocitas) egyenlő $\frac{ds}{dt}$
azért

$$v = a \cos \frac{2\pi t}{T} \cdot \frac{2\pi}{T}$$

Ha t is általánosan $\frac{2\pi}{T}$ -vel fejeztetik ki, vagy

$$v = a \frac{2\pi}{T} \cos \frac{2\pi t}{T}$$

im itt a sebesség kiszámítására is az általános ké-
plet, melyben ha t ismét más és más értéket kap, a ké-
pletből a tömecs különböző helyen sebességét kiszámít-
hatjuk.

Legyen $t = \frac{T}{4}$ vagy

$$v = a \frac{2\pi}{T} \cos \frac{2\pi \frac{T}{4}}{T} = a \frac{2\pi}{T} \cos \frac{\pi}{2}$$

de $\cos \frac{\pi}{2} = 90^\circ = 0$ tehát

$$v = 0$$

azaz a tömecs legnagyobb kitérését elérvén sebessége $= 0$.

Legyen $t = \frac{T}{2}$ akkor

$$v = a \frac{2\pi}{T} \cos \frac{2\pi \frac{T}{2}}{T} = a \frac{2\pi}{T} \cos \pi$$

de $\cos \pi = 180^\circ = -1$ azért

$$v = a \frac{2\pi}{T} (-1) = -a \frac{2\pi}{T}$$

azaz a tömecs a legnagyobb kitérésből a legnagyobb sebességgel eredeti nyugalhelyére érkezik.

Legyen $t = \frac{3T}{4}$ vagy

$$v = a \frac{2\pi}{T} \cos \frac{2\pi \frac{3T}{4}}{T} = a \frac{2\pi}{T} \cdot \cos \frac{3\pi}{2}$$

de $\cos \frac{3\pi}{2} = 0$ azért

$$v = 0$$

azaz a tömecs a másik legnagyobb kitérésbe jutván sebessége $= 0$.

Legyen $t = T$ akkor

$$v = a \frac{2\pi}{T} \cos \frac{2\pi T}{T} = a \frac{2\pi}{T} \cos 2\pi$$

de $\cos 2\pi = 1$ azért

$$v = a \frac{2\pi}{T}$$

azaz a tömecs eredeti helyébe oly sebességgel érkezik mint a minővel abból kizavarlatott.

Hasonló lehozás által származtatjuk az időt is. Ugyanazeket vonalak által is előállíthatjuk.

Ha a testben a főnebbiek szerint egy pont kimozdítatik helyéből vagy a többinek nyugalma is meg lesz zavarva. Így ha a tömecs jobbra felé kitérítetik, az előtte levőket noha erektől nyomtatik magelőtt jobbra is sodlja; de miután az utánna levőktől vonzasin ereket is magával ragadja, tehát az összes részecske jobbra indul. De a részecskék ebbeli mozgása nem csak vízszintesen, hanem függőlegesen is történhetik, melyeknek összetételéből származnak a főntebb már említett körzorgások. A vízszintes zorgások hosszú, a függőlegesek pedig keresztzorgásoknak nevezetnek.

Ezek után lássunk a szilárd testeknek külsőleg is előtelt ruganyosságát.

Több már említém, hogy a ritárd testek ruganyosságát a testek hajlítása és csavarásánál is érzéltük.

Mint hogy a húr, a cérna, a kötél nonallos vagy meztös testek sorába tartozván kelő ruganyosságot csak kifeszítés által nyernek, mely állapotban és úgy, hossz- mint keresztirányúba kifeszítve; alkalmunk bármely részre szerinti hirt jól, szabad véget kerültkévé néve kintáradassuk jól és le, ~~sőt~~ fogjuk tapasztalni, hogy a húr eleven örök által adott tökélet növekedésében elhagyja nyughelyét, s sehetetlenségével fogva a neki adott tökélet által nem kifeszítve tér ki jól és le, hanem az esztergályosok forgás szálához vagy jobban a víz hullámró felületéhez hasonló ritéréseket tesz, vagyis a húr részecskéi rezgő mozgásba hozatván adja az egy mevert hullám hegyet és hullám völgyet; s melyeknek kerültkévé s a megakasztott résztől visszahatadása alkalmával álló hullámok s rezgési csomók képződnek, s melyeknek száma a rezgőmozgástól függ.

Ezen bűnemenyek Melde (marburgi e. tanár) hangvilla- és fűtők (bpesti e. tanár) villany-delejes készüléke által igen szembe tűnőleg érzékelhetők, hol egy függélyes állványra dorékrög alatt alkalmazott rudra kifeszített húrnak hangvilla vagy villamdelej rezgélyéveli rezgésbe hozásánál a hullámok s csomók eléggé érzékelhetők, Különösen az u-szerű húrre alkalmazott papirdorabok által, (lovagok) melyek csak a képződött csomóknál tartják meg helyüket egybeürmen pedig levettetik. A csomók is rezegnek, merd ha teljes nyugalomban lennének, úgy a rezgés nem továbbbittathatnék, ezt pedig nem tapasztaljuk, de hogy a

csoniók nem morognak oly nagyon mint a többi részek kétségtelen.

A lecsarabod végén pedig egy solóka létezik, mely által a hur hosszúságát leírás szerint szabályozhatjuk, e szerint egyeztetve a hullámok hosszát és számát s ez által a rezgési csoniókat is. Ezen solóka tehát erős képvisel, mely a hur meghosszabbodására hat.

Nagyobb megfigyeltésnél gyorsabban rezeg a hur. Azonban ezen megfigyeltés alkalmával a hur hosszát változtatja, a mi csak a vastagság rovására történik, minthogy a rezgési szám az átmetszet vékonyodásával arányosan emelkedik, mondhatjuk: ha a hurat felvesszük, azt vesszük észre, hogy kétszer annyi rezgést végez mint előbb, mitől állíthatjuk, hogy a rezgések száma fordítva aránylik a hur hosszúságával. Ha a vastagságot vesszük tekintetbe, hogy két egyenlő hosszú ugyanazon anyagú hur közül a kétszer vastagabb hur félannyi rezgést végez mint a másik, mi az előbbi kért erősíti, nagyobb más alakban, a rezgések száma a hur vastagságával visszafelé aránylik.

Ugyanazon anyagból két egyenlő hosszú és egyenlő keresztmetszetű hur közül a melynek sűrűsége nagyobb több rezgést végez mint a másik. És pedig ha egyik sűrűsége 4, 9, 16, 25 stb - szer nagyobb úgy $\frac{1}{2}$ $\frac{1}{3}$ $\frac{1}{4}$ $\frac{1}{5}$ stb - szer kevesebb a másiknál, tehát a rezgések száma a hur sűrűségének négyzet gyökével visszafelé viszonylik.

E éppen a hurok ezen tulajdonságain alapszik rezgések alkalmából adott hang változata, melyről a hurok hangdani tulajdonságai ad magyarázatot.

Ha rugalmas vesszőket vesszünk tekintetbe ezek rezgési sokban megegyeznek a hurok rezgéseivel. Hogy a hurok ruganyosságát előidézhessük szűkséges volt őket Riferíteni, a pálcáknál ez szűkségselen, ezek már magukban bírják ruganyosságukat.

A vessző ruganyosságának eszközésénél egyik véget szilárdan bármely alaphoz megerősítjük s a megerősítésen felől kissé megütjük nagy vonóval meghúzzuk, úgy a vessző rezgésbe hozatik, s szabály vége mindig bizonyos időmódot is le, miket Rivalólag akkor észlelhetünk, ha a vesszők végére fényes gömböt tesszünk. Ezen időmódra névbe meg kell említeni, hogy a hurok és vesszők rezgések alkalmával Rülönbőző irányu rezgésbe jönnek s az összetett rezgést szűkít s az észlelt időmód a Rülönbőző irányu rezgések eredője Réperi. A Rülönbőző alakok, a Salátkoró rezgések irányu, minősége sebessége és változatásától függnek.

Mindert Wheatstone rezgés-mutatóján szépen észlelhetjük, hol egy szilárd alapsba egy ruganyos fém-pálcá van beerősítve, melyre vesszék szorítási idővelben ütünk s a pálcá rezgésbe hozatik, s az előbbiekhöz hasonló rezgő pálcát aranyozott hegygyel verünk, s a Ret-töt összeillesztjük úgy összetett rezgés áll be, melyek ily időmód adnak, az ily időmód változata a pálcák hosszúságától s a mozgató hely helyzetétől függ. Az ily egyszerű pálcák rezgését szintén a hangszóban karzálják Kello sikerrel, mely ott hangvilla név alatt ismeretes; ez egy U alakú meghajtott rez-

gő pálcá, hajtott részétől pedig egy nyél szolgál a megfogásra. A hangvilla két végű pálcákkal vehetjük, mely két csomóval rezeg, s melynél a két csomó a pálcá meghajtásában van tehát egymással szembe fordítva.

Egyéb pálcák rezgéseinek szemléltetésére Lissajous párizsi és Weber göttingai tanárok részvételével állítottak elő, hol nem csak a rezgést szemléltetileg de azok nagyságát de számát is észlelhetjük. Ez utóbbi részvételre áll egy hangvilla erősített fém rugóból, s korommal befektetett üveg nagy papír lemezről, melyre a hangvilla rezgésekor az a fémrugóval a befektetett lap érintkezik, mely alkalommal nem pontot, hanem kitérő görbe vonalat nyelünk. Ha az érintés alkalomával a hangvilla egyenes vonalban mozog, úgy egy hullám alakú görbe vonalt nyelünk, mely a pálcá rezgését igazolja. A kitérésnek száma és nagysága pedig a rezgés számát és nagyságát tünteti elő.

A pálcák rezgéseinek előmutatására főbbféle részvétel létezik, különösen a Lissajousféle idomok előmutatására, egyet Dr. Jedlik Ányos a m. orv. és term. vizsgálók főnöke, mehadiai, és győri nagy gyűlésein mutatott be.

Azonban a vonalok testek nem csak körös rezgésre mint eddig láttuk képeznek, hanem hosszrezgésre is melyek ugyan jelentéktelenebbek. A pálcák hosszrezgésénél is számuknak csomók, melyek a keresztrezgési csomók törvényeit követik. Arról meggyőződhetünk ha valamely pálcá körösét megerősítjük egyik vé-

géhez bármily könnyű golyókat a Nasztimk fel, hogy a golyók éppen a pálca végét érintsék, a meg erősített részen duli darabot pedig nedves porstóval körrel vagy gyantaporos Rézzel horrában végig hur- zuk, hogy a Rikurás után azt tapasztaljuk, hogy a pál- ca másik végéhez alkalmazott golyók ellökődnek, mert a pálca ezen oldala is horrerezgésbe hozatván a pálca horra változik s e szerint a golyók is Rő- ültetnek.

A lemezek melyeket mint vonalozott testekből összerakott semleket tekinthetünk, ha szabályos alaknak s mindenütt egyenlő sűrűséggel és vastagsággal bírnak képeznek mind horr mind Rörrezgésre, s így összetett rezgésre is. Sép- pen ezen összetett rezgés után magyarulra Wheatstone is ama idomok Relethérését, me- lyet nyerünk ha ily lemezt egy pontján jól meg- erősítünk egyik Rézünkkel megfogjuk annak szélét, más oldalon pedig vonóval függőleges irány- ban a lemezt meghursszunk. Ezen meghurás- sítor ha a lemezre finom homok van hintve úgy Rütönféle idomok Relethérének Chladni- féle hangidomoknak nevezünk feltaláló- jokról. Ezen idomok úgy Relethérének hogy a lemez vonaljai rezgésbe jönnek s részeit álló hullámot részeit összetett hullámot képe- znek, természetesen dolog, hogy a homokrétegek oda helyezkednek, hol a lemez részei nyugvásba- n vannak, ezek pedig csak a rezgési csomók- ban ei vonalokban lehetnek. Imint mára vonalozott testeknél láttuk, hogy a hullámo-

Kat és csomókat felszámunk szerint szaporíthatjuk, ez onból ha a lemez szerkesztésével megismerhetjük semmi nehézségünkbe sem kerül a lemezen más és más idomok előidézni a mint más és más helyen kúrnak meg vonóval, s a mint más és más helyen érintjük a lamának meg a lemezt.

Ha a lemeze kintett homok közé korpafü magot kintünk egy az a kaparsaljuk, hogy az éppen ott fog a lemezekben kavarogni, hol homok nincs, ezt Faraday igen helyesen a rezgés által mozgásba hozott lég befolyásának tulajdonítja; ezt a kaparsalás is bizonyítja, a mennyiben legyűres körben e tűnemeny nem észlelhető.

Egy rezgő lemezes testekhez számítjuk még a harangokat, üvegket, edényeket, nem különben a minden oldalon jól kifestett bőrt is, amarek csomóvonalokkal rezegnek ezek pedig csomó nélkül ha egész felületükön rezegnek, ha pedig csomóval, de ekkor körponti körökkel rezegnek.

Mintán így a vonalos és lemezes testeknek nem csak ruganyosságát, hanem ezek mondhatjuk betró tövényeit is azaz rezgéseit is kimutatjuk hátva van a világt testek ezen tűnemenyével járó egyéb tulajdonok ismertetése.

A szilárd testek hangtani tulajdonai.

Ha rugalmas testet légn üres térben rezgésbe hozunk, úgy azt látjuk, hogy míg az erő a testre hat addig rezeg, ezantúl semmi egyebet; ha pedig a szilárd levegőn hozzák rezgésbe, úgy az előbbi tulajdonok mellett még hangot is hallunk, melyet az előbbi kimenő figyelembe vételével csak is a levegőnek kellene tulajdonítani; s így azt kellene állítani, hogy a szilárd testeknek a hangtamban semmi szerepük nincs. Azt ismét tapasztalásból tudjuk hogy esendős időben midőn még a falevél sem mondul legkisebb hangot sem észlelünk, vihar alkalmával pedig helmi zúgást mit a szél, jobban a levegőnek a tárgyakkhoz való ütése hoz létre, mert a levegő erővel hatván a tárgyakra, azoknak részeit nyíngatásból kimozdítja és rezgésbe hozza. Tehát nem egyedül a levegő mint földünk anyagát egyenlőteresen beburkoló test mi a hangot okozza, hanem a rugalmas test rezgő részei is.

A levegő inkább inkább a hang tovább vitelében, melynélkül hangot mint fönebb láttunk képtelenek vagyunk észrevenni. Ezzel után tehát a szilárd testeket, különösen azok rezgéseit kell figyelembe venni, valjón minő befolyással bírnak a szilárd testek rezgései a hang, különösen annak magasságára és mélységére.

Célunk lévén a szilárd testeknek hangtambani szerepét vizsgálni, miután a rezgéstamban ezekről már megemlékeztünk, a következőkben csak is a lehető legnagyobb tárgyilagosságra szorítkozunk.

Tanuls dolog, hogy ha ruganyos testet fokozatos nyomásnak tesszük ki, nagy rezességi helyekből ki-mozdítatván végébe jönnek a nélkül, hogy erről meggyőződhetünk.

Ha azonban nagy gyorsasággal rájuk ütünk, nagy hangot adnak.

Az első esetben a ható erő egyenletesen hozván mozgásba a töméseket s így a hang közeget is, a mely mozgás a rezéseket közt fokozódott ugyan, de azért még sem oly mértékben hogy ez a fülre a hang érzet benyomását erősebbé tette volna. A második esetben a külső oly sebességgel hatott a tárgyra, hogy annak tömesei hirtelen végébe hozatván hangot adtak, mit durradás csattanás nével jelölünk, s egyszeri hangnak nevezünk, mely hullám hozzal nem bír. Ebből azt látjuk, hogy lassú mozgás mellett a rezés többnyire látható, hirtelen mozgásnál pedig nem, de itt hang hallható; miből következik, hogy hang létrehozására a rezések bizonyos száma és gyorsasága kiván latik meg.

A rező mozgásnál láttuk, hogy ott a ruganyos testek rezései szabályosak és szabálytalanok is, minthogy pedig a hang nem egyéb, mint a levegő által a test gyors rezéséből származó benyomás hang idegünkre, azerint a hang is szabályos és szabálytalan gyors rezésből származik, hangzatnak vagy zörejnek hívjuk; amaz kellemes és kellemetlen benyomást tesz hallóérzékünkre. Hogy a hangot valóban a rezés hozza létre, erről meggyőződhetünk, ha üveg harangot, mely-

nek oldalához és a nyílás körületéhez pedig könnyű golyócska van felfüggesztve, mondván megkuszálkor a hang rezgése jön mielőtt a golyó elmozdításra kényszerül, a és pedig a hang rezgése által ehhez utódóan hangot létesít.

A természetben csak azon testek rezgéseit van figyelembe, melyek hangzást okoznak. Ez pedig akkor jön létre, ha egyenlő hang hullámaik egyenlő időközökben érik fülünket, azért a zenére használt hangok így módon hozatnak létre a rugalmas testek rezgései által.

Minden zenei hangnál erősség, magasság és jelleg (színezet) jön tekintetbe.

A hang erőssége a rezgő testek kiterjedésének nagyságától és sebességétől függ, magassága pedig a rezgések számától.

Hangjellegnek pedig az egyenlő erős és magas hangok azon benyomását értjük, melyek különböző hangzó testektől származnak, s ezert a hangokat különféleképp osztályozzuk, emberi, hegedű, fuvola, fuvola, cimbalom stb hang.

Ugyanazon időben történt sebessége a rezgésnek idézi elő a hang erősségét; nagyobb kiterjedés erősebb hangot hoz létre. Ugyanazon időben minél több rezgést okoz a rugalmas test, annál magasabb a hang, mint fuvola, fuvola, de még inkább a Cagniard de la Tour-féle szirén által határozható meg.

Valamint a rezgésekből a hangot, úgy a hangból a rezgések szépen meghatározhatók.

a főnebbi Részületek által. Húzzuk meg a hang-
villát, s működössünk a sírenet vagy Savart fo-
gas Reseket is addig míg egyenlő lökések szá-
mát melyeket állandósítani kell, mely alkalom-
mal a nevezett Részületek oragészt is bizonyos
ideig pl egy percre engedjük forogni, s levesszük
az ezen idő alattli Részülforgások számát, s ha
n nyilat (Cagniardnál) vagy ütő (Savardnál)
volt, úgy ezt szorozzuk a Részülforgások d szá-
mával úgy az egy percben lett lökések számát
nyerjük.

$$L = n \alpha$$

Ha ezt 60-al szorozzuk úgy a hangvilla egy órában
nyert rezgései számát, ha pedig 60-al osztjuk,
a másod perc alattiakat kapjuk. All tehát hogy
az egyenlő számú rezgések egyenlő magasságu
hangokat szülnék, bármint ezt bármint mo-
don is hozta létre azokat, s így látható hogy a
rezgési szám a hang magasságát viszonyt hatá-
rozza meg.

Mint hogy a testek rezgéseit a testek előbbi bu-
lajdonainak magy arázhatása végett tárgyaltuk
azért a rezgéseikben is csak azon testek tárgyál-
tatnak, melyek a nevezett célokra megfelelnek,
Következéské a szilárd testek hangtani bu-
lajdonai is csak e tekintetből tárgyaltak.

Emert dolog már a rezgéseiből hogy a felte-
ret huz Résser annyi rezgést négy mint előbb,
Következéské a már mondottak tekintetbe
vételével az ez által előidézett hang is Résser

magasabb lesz, s így származtatjuk a többi hangot is a rezgéstől.

A hurok hossz rezgéséből származó magas hang a fülre kellemetlen lévén a zenében nem használható.

A rezgő test hangját teljesebben növelém, ha az rezgése alatt egy nagyobb területű lapos tárgygal érintem, minő a sábla, arstal, nagy ívelű káda, melyek a rezgést átvevén nagyobb terület jön rezgésbe s több aldaton érintkezvén a legnagyobb nagyobb tömeg levegőt hoz rezgésbe, mi csak a fülbe vezetett hang erősségét erősíti.

Bármint legyen a rezgő test, rezgései állókra lesznek, mert csak ez képes zenei hangot erősölni a fülre azaz kellemes benyomást kelti. Mindhozz a hurokhoz ismeretes, hogy azok annál több rezgést végeznek minél vékonyabbak rövidebbek, s minél jobban vannak kifeszítve; a hang magasság a rezgés számától. Függvén a hang s a rezgések közti viszony ismeretes. A hurok rezgéseinek így szabályozhatása által lehetősé szerinti hangot ugyanazon hurokál képesek egymunk előállításai, s ezen alapszik a zenébeni nagy alkalmazhatóságuk, minőket például hegedű, cimbalom, citera, stb.

Ha ujunkkal a hurokat gyengén érintjük egy csomó rezgést hozunk létre, mely a rendszeresnél magasab hangot ad, a fülre kellemes lévén madár zöngéinek nevezünk.

A hurok hangadó tulajdonait tekintetbe véve az oráknál eddig alkalmazott hangok helyét pótolják. De szerepelnek

a dobumbnál a szájhangoránál s egyebütt is. A
 szájhangoránál közt a lemezek (pálca) lapok is
 mutatnak bizonyos rezgéseket, követhetőleg hang-
 got is kell adniuk. Rendszeresre nézve tudjuk,
 hogy keresztrezgési számmal fordítva aránylik
 hosszúságuk négyzetéhez vastagságukkal pedig
 egyenes arányt képeznek. A hossz rezgések
 száma pedig a keresztmetszettel függetlenül
 a hosszal fordított arányt képez. Ugyanez áll a
 hangra is, mely általuk előállítatik. Minthang-
 zó testek a zenében nem igen használatosak
 inkább mint gyermekjátékos szerek, avagy hogy
 általuk kimutathassuk, hogy ezek is rezegnek
 hangot adnak. Ide sorolhatjuk az üveg fé-
 és falemekből készült, az első részigre-
 atkított az utóbbiak számalakú szájhang-
 alapra fektetett hangszereket. Legjelentősebb
 szerepet játszik a régi pálca közt a hangtan-
 ban a már említett hangvilla, melynek segélye-
 vel a zenekar szókais hangolui. Ennek alap-
 hangja $a = 438$ rezgés, mely nem mindenütt egyen-
 lő oly annyira, hogy az 444 közt vétetik; s e-
 szerint a zenekar is magasabbra vagy mélyeb-
 re van hangolva a zenében a 16. rezgésből
 származó hang vétetik legmélyebbnek, s a
 4138-ból állót legmagasabbnak, azonban ez u-
 dabb is ritkán használatos.

A hárdyuk és bőrök mint ~~hősz~~ említ-
 ne volt hogy egész felületükön rezegnek s így
 egész felületükön hangot adnak, hangjuk annál

nagyobb, minél jobban ki vannak feszítve,
s minél vastagabb. Nagyobb hang erőközlésére
zárt üres testre feszítetnek melynek ellenkező
oldalai is hasonló rezgő test, s hogy még na-
gyobb hangot hozhassunk velők létre, a moz-
gásba hozott hártya ellenesére ruganyos hurok fe-
szítünk, mely nem csak maga hozatott rezgésbe,
hanem ez rezgése által a hártyan új rezgést
erőközl mi csak a hangot erősíti s annak
pergését erőközli.

A rugalmas lemezek rezgése a megtá-
masztás, érintés, és megfeszítés különféle sége
részint más és más, s így az ez által származott
hang is különféle. A zenében használt ré-
szingérok sem egybeek rezgő lemezeknek, hol a
rezgés s így a hang is a részingérok összeütkö-
se által idéztetik elő; nem különben a haran-
gok melyek csomó vonalakkal rezegvén négy
mexőre szakadnak. A harang alaps hangja
annál magasabb, minél kisebb felülete
s minél vastagabb.

Bár a zenében nem is de mint hangot
adó oxidált testet fölemelhetjük Taveylan
rezgettyűjét, melynek az olom ~~válgyn~~ eleivel
hasábra a fémbeől kérsült s kis válygival bíró
test a vályg eleivel izzó állapotban helye-
zetik, mikor is az izzó él az olom hasáb élét
melegítvén kiterjed s a test mozgását idéri
elő, mifalatt zenei hangot hallunk.

Kés test részeinek össedörzsölésénél is
kivált ha azok nem zinnák hangot értelem.

A mordony kivramló gőze a nyílás fölött
levő rugalmas harangba ütközvén hangot ad.

Ezen alkalmaztatásán kívül a lemezeknek
igen jelentékeny szerepet játszanak fúfipoknál,
különösen a nyelvispoknál, de leginkább az
emberi hangszernél.

A nyelvips nem egyéb egy hengernél, mely-
be fél henger van alkalmazva, a félhenger
egyik vége nyitott s a szabad oldalra fémle-
mez helyezve, mely ha csak kifelé csap, úgy re-
cseső hangot ad, s rácsapó nyelvnek, ha pe-
dig ki s bemorzoghat, úgy bellemes hangot
ad, s átcsapónak hívatik. A külső henger-
be fújt s megsűrített lég a félhengeren a za-
ladba menni törekszik, mi által a fémle-
mezt betolja, komrát a lemez felgyerjeltett
ruganyossága előbbeni helyére hozza; a folyton
befújt lég ezt oly sebessen teszi, hogy erős zón-
gát ad. De ezen zöngé Weber vizsgálata szerint
a lemez rezgésbe hozatala által származik,
mit a megsűrített levegő erőiről, azért hogy
ezen nyelv által ne csak egy, de különféle hang
előidézhető legyen, ez okból egy szabályozó szí-
rony van oda alkalmazva, mely által a lemezt
zövidíthetjük vagy hosszabbíthatjuk, azaz a rez-
gések számát szaporíthatjuk vagyis a hangot
emelhetjük vagy süllyeszthetjük.

Hasonló szerepet játszik az emberi hang

szer. Milyen is a tüdő legvesztető csövén a gégefőn a két hangszál egymás féle hajol, oly annyira, hogy azt teljesen befördi, de egyik végén némi kis kör alakú nyílást hagy, melyen a levegő folytonosan közeledik a tüdővel, mi alatt a szalagok teljesen összecérnek; ha az ember hangot akar, úgy a tüdő megrögzítése által a levegő kiiramlik, mi által a lemezek rezgő mozgásba hozatnak, de éppen ezen keresztül a levegő rést berázza úgy, hogy a levegő ezen nem közeledhetik, s éppen azért van, hogy az ember hosszabb mondat egy leleksetteli kimondása után levegőt szívni kénytelen. A lemezek tehát rezgésbe jönnek, s gyenge hangot adnak, mely csak a száj és orr üregék által erősítetik és módosítatik, nem különben a szájnyílás különféle változata szerint. Hogy ezen hang érhető szóra és beszédé váljék, erre ismét a nyelv, nyelvelő s az előbb említettek birnak befolyással.

Mi ne tapasztalta volna, hogy a szájnyílás miképp változtatja a hangot, s az orr elzárt üre mily befolyással bír a hangra. De azt is tapasztaljuk, hogy a férfiaknak más hangjuk van mint a nőknek, s ismét más mint a gyermekeknek. Ha ismerjük, hogy minő hang minő rezgés születik, úgy azt kell hinnünk, hogy a férfi hang erősb lévén csak löngőbb rezgésből származik, s ennek ismét hosszabb szalag felel meg, a mint

art a tapasztalás igazolta is, a mennyiben a férfi hangszalag hossza 18 mm a nőké pedig 12 mm.

A szilárd testek tulajdonaihoz sorozhatjuk a hang sebességét ereikben.

Első tekintetre mintán a szilárd testek sokkal sürűbbek a légneműeknél, tehát a hang több akadályba ütközött tehát gyengül, s így a szilárd testek a hangot veretni képtelenek. Itt azonban a kísérlet ezt másképp igazolta; és pedig, hogy a szilárd testek a hangot sokkal jobban veretik, mint a folyékonyak s még inkább mint a légneműek.

Kluyannis Biot 951.25 m hosszú öntött vas csövet vett, s a nyílás végéhez karamangot alkalmazott egy rugóra erősített s kalapácsal üthetők. Az ütések alkalmazásával a cső másik végén az észlelő két egymás utáni ütések 2.5 mperben hallott, i. e. a cső anyaga s a csőben foglalt levegő által veretett. Ha a vasban hang sebessége v , a levegőbené v_1 akkor az

$$i = \frac{v}{v_1}$$

helyettesítvén az utat lesz

$$i = \frac{951.25}{v_1}$$

a hangnak a levegőben való terjedésének ideje, a vasban pedig

$$i = \frac{951.25}{v}$$

de a két hang időtartama 2.5 mper

nagyis

$$\frac{951 \cdot 25}{s} - \frac{951 \cdot 25}{s_1} = 2 \cdot 5$$

$$951 \cdot 25 s_1 - 951 \cdot 25 s = 2 \cdot 5 s s_1, \text{ ebből}$$

$$s_1 = \frac{951 \cdot 25 s}{951 \cdot 25 - 2 \cdot 5 s}$$

de $s = 331$ m mint a hangnak a levegőben sebessége, helyettesítvén nyerjük, hogy a hang a vasban $10 \cdot 5$ -szer jobban halad mint a levegőben. Hasonló kísérletek által talál-
ta Künst hogy az ezüstben 4. a sárga réz-
ben $10 \cdot 87$, rézben $11 \cdot 9$, az üvegben $15 \cdot 2$ -szer
nagyobb mint a levegőben.

A szilárd testek tulajdonsái a hőtanban.

Einsteinnek a tárgyakkal bennünk bizonyos érzés keletkezik, mely érzés után mi a tárgyat melegnek vagy hidegnek nevezük a szerint a mint az összehasonlított testek hő állapota egyenlő vagy nem.

Ugyanazon helyen a meleg két összehasonlított tárgyban egyenlő mértékben van, s hogy mi egyik tárgyat mégis melegnek s ehhez hasonlítva a másikat hidegnek nevezük, oka az, hogy egyik tárgy előbb képes testünk melegét átvenni mint a másik.

Főfeltevések a dolog bármiképp, mi a testeket jó és rossz melegvezetőkre osztjuk; jó vezetőket, melyek a velők rögzített meleget a szomszéd

hőmeicsökkent gyorsan átadják, s rozsoak melyek nem, vagy csak igen lassan s kis hőmeggel eszközlik.

Ismeret dolog, hogy mi nyáron vékony ruhát és kevés lapanyagot (mint meleg fejlesztőt) használunk, hogy a test melegét csökkentve, egészségiünket ne kockáztassuk, sőt éppen az ellenkezőt, hogy a test kipárolgó melegét visszatartsuk vastag ruha által, s hogy ennek dacára a test elhárító melegét postalhassuk, meleg s kövösebb étkeket használunk.

Miként ez nálunk nagy a többi testeknél is áll. A testek melegüket igyeksznek közölni saját hőjük rovására a náluk alacsonyabb hőfokúakkal, vagy ha talán ezt nem is akarnák mint mi, nagy a ozomozás testek ezt mégis elrabolják.

De az is ismeret valami, hogy a meleg a hőmeicsökkent nagyobb hirtetgésre indítja, mi által vérfogaduk növekszik; s ha a hőközlés oly fokot ért el, hogy a hőmeicsökkent hirtetgése a test nemkövön átlép nagy beáll a folyékony, vagy egyszerre a légnemű halmazállapotba való áttérés.

Ha már most az eddigieket röviden összevetjük, nagy azt mondhatjuk, hogy a testtel közölt meleg azt melegebbé teszi mint volt előbb, s kiterjedését eszközi, s végre halmazállapotát változtatja meg.

Hő állapotáról akvetlen érő idegünk által szerzünk tudomást, nagy hőmérő segítségével, kiterjedésekről pedig azon vérfogad változásból melyet érelelünk midőn azokat hevítjük.

Azonban a testtel közlött meleg nem fondítható minő a test kiterjedésére, mert egy részét ha más nem is, de a környező levegő ellopja. A testtel közlött meleget nem is érezzük oly fokban mint az a testtel keszvesben közlöttet, mert legnagyobb része a vérfogat nagyobbodására fondítható, s míg ez tart addig a meleget nem érezzük. Ha azonban legnagyobb kiterjedését elérte, úgy a meleg a halmaz állapot megváltoztatására fondítható.

Előbb már említém, hogy a test hőállapotáról érző idegünk által érezzük mind mást, ez pedig közlött s így csatló lévén, oly eszközről kellett gondoskodni, mely által a lények elmerülhetik. Ez pedig csak pontos hőmérő által eszközölhető. Ezek bármilyen alakúak is szerkesztésük legyenek, valóban azt kívánjuk, hogy a hőállapotot könnyen átvegyék azután elbocsassák, továbbá a hő emelkedését egyenletes emelkedés vagy kiterjedés vagy alább csökkenés vagy összehurcolás által mutassák.

0° – 100° közt egyenletesen mutató hőmérők a leganyos (Reaumur, Celsius és Fahrenheit) némo fokon alul pedig a barometres hőmérők. Célunk lévén a szilárd testek hőállapotát tárgyalni, itt leginkább megemlíthetjük a többféle szilárd (fém) hőmérő közt Bregnet hőmérőjét mely a fém kiterjedésén és összehurcolásán alapszik.

Lényeges része egy rugó alakúra csavart érem- arany- és ezüstből egymáshoz ragasztott

gazdátott vékony fémlemez. Az összecsuvarodása
 nagy erőközlöteték, hogy az ércny kívül, az erüst leg-
 belül legyen. Egyik vége állványra van erősítve, a
 másik belső pedig lűt (mutató) körül felfesz-
 tás föltött. Az egész készülék a Műháborok ellen
 megvédenő, üveg burka alá van helyezve. A
 mérés általa a nép történetik, hogy a vele köztölt
 meleg folytán az erüst jobban kiterjed, s a le-
 mez csuvarodását végigja mi által a lű elfor-
 dul, s viszont. Felfeszítése pedig pontos higan-
 y hőmérővel erőközlöteték. E készülék igen ér-
 zékeny s így cél szerűen használható.

Ezen készülék s a már említett által meg-
 győződést szerethetünk a testen hőfokáról il-
 letőleg hőállapotáról.

Azonban fönnebb azt is említem, hogy a
 hő a testen terjedését is nagyobbítja. A na-
 gyobbodás, mint hogy a testen hosszúság széles-
 ség és magassággal is bővül, s minden irány-
 ban terjednek, a szerint a kiterjedést is mint
 hossz, területi és köbkiterjedést különböz-
 tünk meg.

Azonban ezen kiterjedés ugyanazon hőfok
 mellett különbözö testeknél igen különbözö. E-
 zen különbözö, de ugyanazon anyagra és hőfok
 mellett mindig állandó kiterjedést közt szám-
 mal jelöljük, mely mutatja, hogy bizonyos a hos-
 zúságú test egy köfhányi emelkedésnél az
 eredeti hossz hányad részével terjed ki, ezen
 hányadost az illető anyagra néve velejáró-
 nak nagy együtt hatónak nevezünk, mely ugyan

azon anyagra folyton állando, jellehet a főtől emelkedésével ez is változik. Ezt Dulong és Petit nem különben Regnault kísérleteikkel kimutatták és bebizonyították. Így ha a a test eredeti hossza 0° -nál, a' pedig 100° -nál, úgy

$$a' = a + ae \quad \text{vagy}$$

$$a' - a = ae \quad 1$$

hol e a test hiterjedési együtthatóját jelenti, s ebből

$$e = \frac{a' - a}{a} \quad 2.$$

s így a pálcza együtthatója az eredeti s a megnedvett hosszából. Ha pedig az együttható s az eredeti hossz ismert úgy 1-ből a hiterjedés nagyságát azaz a meghosszabbodást határozhatjuk meg, s lesz

$$a' = ae + a \quad \text{ebből}$$

$$a' = a(1 + e) \quad 3$$

Ez utóbbi képlet adja a test vonalmenti hiterjedését.

Mint hogy a test nemcsak hosszában de térfogatában is hiterjed, tehát területben, a terület pedig (négyzetet néve mértékül) a hosszúságnak a négyzetével szorzatából áll tehát a fönnebbi néve lenne:

$$a'^2 = a^2(1 + e)^2$$

vagy ha zavar elkerülése tekintetéből $a^2 = b$ -nek s így $a'^2 = b'$ vesszük, úgy

$$b' = b(1 + e)^2 = b(1 + 2e + e^2)$$

de e mint mondván volt, törtszám, mely hatványozva csakély törté válik, azért ez utóbbi egyenlesemből e^2 hiba nélkül elhanyagolható, s így lesz a terület nagyobbodás

$$b' = b(1 + 2e) \quad 4.$$

Hőbőriterjedése a testeknek pedig magasság, szélesség, és hosszúságból állván a 3 alábbiól képzve az előbbieknél után

$$a'^3 = a^3(1+e)^3$$

ha itt a test eredeti térfogatát (a^3) c -nek vesszük, úgy a'^3 lesz c' , miből

$$c' = c(1+e)^3 \quad \text{Rífejtvé}$$

$$c' = c(1+3e+3e^2+e^3)$$

De előbb e^2 -t mint his mennyiséget elhanyagoltuk, úgy ez, most, s annál inkább e^3 elhanyagolható, azért

$$c' = c(1+3e) \quad 5.$$

Ez a világi testek hőbőriterjedését jelenti.

Minderen számitás a 0° -nál levő bőriterjedés, s a 100° -nál meghosszabbodást jelenti. Ha pedig nem 100° -nyi meleg melletti bőriterjedést akarjuk tudni, úgy minthogy annál nagyobb a bőriterjedés, minél nagyobb a hő, azért e még a hőfokkal (általánosan t .) szorzandó s így a fennszobbi képletek

$$a_t = a_0(1+te) \quad 6.$$

$$b_t = b_0(1+2te) \quad 7$$

$$c_t = c_0(1+3te) \quad 8.$$

Ezen képletek bármely hőfok melletti bőriterjedését mutatják a testnek 0° -tól kezdve.

A hő és területi bőriterjedést élénkben kimutató elő a golyó és karrika fölváltott melegítése s több más példa.

Az ingánál Richter által észlelt hőmérséklet meghosszabbodásából Delance a hőmérő kiterjedését akarta meghatározni, nem különben Newton de kísérletei eredményeiben maradtak. Később eredményt értek el, Müschenbrock, Somerton és mások, kik kísérleteikkel a deszek hossz kiterjedését, (vonalmenti kiterjedés) szemléltetőleg habár nem elég pontosan határozták meg. Ezen kísérletekkel, de leginkább Müschenbrock pyrometere (Fehér 16. ábra) ha nagy pontosság nem kívántatik jelenleg is a vonalmenti kiterjedés megmutatására használatos.

Sokkal pontosabb meghatározó kísérleteket állítottak össze Lavoisier és Laplace (Jamin-Rohr 161 ábra), de itt az emeltyű harnak a melegség általi meghosszabbodása okoz hibát.

E hibát elkerülendő Ramsden, Bond, Fizeau, Müller és mások szerkesztettek kísérleteket, melyek különleg különböznek ugyan némileg egymástól de szerkesztése és célja teljesen megegyeznek. E kísérletekkel (Jamin-Rohr 163. és 164. ábra) a mérés a legnagyobb pontosság mellett eszközölhető, s a mérések után határozottan megtehető a kiterjedési együtthatói, melyek táblázatba állítottak össze, melyek körül álljon itt néhány, melyek a 0° és 100° közti kiterjedést jelentik.

Fenyőfa	0.000003	—	0.000005	Rözt
Flint üveg	0.000007	—	0.000009	"
veret vas	0.000011	—	0.000015	"
Remény acél	0.000012	—	0.000014	"
vörös réz	0.000017	—	0.000019	"
őn	0.000019	—	0.000025	"
alum	0.000028	—	0.000029	"

Az egységet vett railand test, 0° -ról 1° -ra emelő meleg az illető test fajmelegének nevezetik. Minél nagyobb a hevítendő test T tömege, annál több meleget kíván az egy foknyi emelésre, s ha a test fajmelegét M -nek vesszük a hőfokot pedig t -nek a melyre hevíteni akarjuk pedig t' -nek vagy a testtel közlött összes meleg O

$$O = T M t' - T M t \text{ vagy}$$

$$O = T M (t' - t)$$

Hogy pedig a testek összes melegét meghatározhassuk a testek fajmelegét kell ismeriünk, erről pedig a fajhőmérők által szerziünk tudomást. A Fajhőt pedig többféle módon határozhatjuk meg, ilyen a Reveréri, jégolvasztási, s Kihűlési módok.

Ha ugyanis 100 és 0 fokú egyenlő mennyiségű vizet összekeverünk, vagy a Reveré viz hőfoka közel 50° lesz, s így 100° víz 50 hőfokot veszített, s ezt a 0° -nak adta s így a 0° -u víz 50° -nyira melegedett, miből látható, hogy a 100° -u meleg víz a 0° -at 50° -nyira képes melegíteni.

Ha pedig 0° -u víz ugyanannyi súlyú 100° -u híganyval keveredik, vagy a Reverék hőfoka csak 3.2 fok lesz; s így a hígany 96.8 hőfokra a vizet csak 3.2 fokra volt képes hevíteni, miből látható, hogy Különböző testek egyenlő tömeg mellett, hogy ugyanazon hőfokra emeltessenek, Különböző hővezetőképességűek. Ezen a testek hőállapotának egy foknyi emeléséhez megkívánható Különböző hőmennyiség meghatározására, fajhőmérőket használunk, az Különböző módon történik, legegyszerűbb Block jégolvasztó fajhőmérője, melynek alapján Laplace és Lavoisier egy fémről határozott Ré-

születést (Kohnstöt ábra) szerkesztett, melynek segítségével az edénybe helyezett h hőfokú test melegének 0-ra állítása eh hőfokúval az edénybe rakott jég megolvasztása által származott víz mennyiségéből határozott meg a képzett test fajhőjét. Itt az egység melyhez a mérést érték- zöljük, azon hőmennyiség mely képez egy kg 0°-u vizet egy Celsius-fokra emelni.

Főhelyesebb jégmérőt (Kohn 156. ábra) készített Bunsen, ki a megfagyott víz legnagyobb térfogata, s csepfolyós állapotának térfogata közti különbségből határozta meg a fajmeleget.

Ez vizsgálata által mutatta ki Dulong és Petit, hogy az elemek minden egyes parányának egyenlő fokkal való hevítésére ugyanazon meleg szükséges.

Ugyanezt Neumann az összevett testekre is kiterjesztette

Regnault az átvényeket vizsgálván, azt tapasztalta hogy az átvények fajmelege az abszolút hőmérséklet fajmelegének közép számával egyenlő, mit Ropp a végleg összevett testekre is eredményesen talált.

Már a bevezetésben említettem hogy a testek a nekik adott hő egy részét kiterjesztésükre (mozgásukra) fordítják, s a mint a test más testektől a meleget átvenni képes, azon fokban ő is azt viszont másokkal közli, ha azok alacsonyabb hőfokúak, azaz azok tömegeit nagyobb hirtettségre indítja, s így két test melegének közlése közlése; ezek után azon testet mondjuk melegebbnek, melyek több hőmennyiséget képesek átadni, mint átvenni.

Léppen a közeli testek ezen meleg közli

Répszerűsége alapszik az, hogy a test egyik felén nyert hőt, a másik része is tovább vezeti, s ez nagyon természetes, mert ha felvesszük, hogy 0° -nál a testek igen kis mozgásban (nyugalomban) vannak, a hő közlés által pedig tömegei az egyik oldalon kimozdítván helyzetükből a tömegek ezen kirárádásának azonnal mozgásba kellene kezdeni az egész tömeg összeget, azaz annál minden részét átmelegíteni, s hogy ez még sem történik, annál ott a levegő s a testet környező testeknek elrabló természet, úgy, hogy ez tovább haladnia csak lassan bír oly annyira, hogy ha a test tömege nagy, úgy a távolesó tömegek a mozgásból már mit sem kapnak, mint azt a vergősnél láttuk. Ezt a tapasztalat is igazolja, a mennyiben az egyik végén melegített horzú test másik vége még egészen oly hidegnek bír, mint melegítés előtt.

A testek ezen meleg átadó (hőadó) Répszerűsége hővezető Répszerűségeknél mondjuk.

Ha fa vagy üveg egyik része hevítettik, már csakhamar távolban a hőmérsékletét még hőmérővel sem érzékeljük, jól lehet a melegített részhez közel esik.

Hy tulajdonokkal bíró testeket sok hővezetőknél nevezünk. Hynek a fa, szalma, falevél, hó, toll, gyapjú, szőr, bőr, szilva, üveg, haj stb.

Ezekkel ellentétben állanak a jó hővezetők, melyekhez majdnem kirárolag a fémek tartoznak. Aronban ezek sem bírnak egyenlő hővezető Répszerűséggel. Ezt bizonyítja a tapasztalat, de azon sok kutatás, melyet Wiedemann, Biot, Despretz, Fraunhofer, Forbes, Langberg, Ingenhousz s mások eszközöltek.

A nevezett tudósok, különösen ez utolsó

a fémek hővezető képességét az által határoztam meg, hogy egy valgyéből melybe forró víz öntetett, egyenlő hosszú és átméretű különféle fémekből készült s vékony egyenletesen vastakkal bevont rudakat állított, s azt találta, hogy a rudakról a vastag igen különféle hővezető képességre alvát, s ezen hővezető képességek határoztam meg a fémek hővezető képességét, s meg találta, hogy ha az ezüst vezető képességét 100-nak vesszük meg

ezüst	100
réz	74.8
arany	54.8
horgany	19.0
on	15.4
vas	11.9
acél	11.6
olom	8.5
érem	8.4.
stb.	

Azokban az összetett testek ezen hővezető képessége is igen változó, s azon alkatrészekből függ, melyből állnak össze.

Kapás János

Méltóságos

Gr. br. Eötvös Loránd Uruak.

18. lap
ij

Kaszás Ferenc

sauár vizsgálati házi
dolgozata a Természet-
samból. II. füzet.

KusfőRül használtam:

Subie, Piskó, Künrek, Kün-
rek-Abt és postfüzet, Fehér,
Gamin-Kohn, Balgöör,
Tyndall (akó) Érsekerések
(szagó, messel stb) s több más.

Miben különböznek a szilárd testek a csúszfolyós és gázalakú testektől?

Mind az, mi térben terjed s mi határok közé van szorítva az test. A testeknek pedig általános tulajdonai: a terjedés, nehézség, az áthatlanság, a tehetetlenség, az oszthatóság, a lyukacsosság, az összenyomhatóság és kitérjeszthatóság. S jöhetnek ezen tulajdonok minden testnek közös tulajdonai, mégis sokféle változatát ismerjük a testeknek, melyeket örszefoglalva, szilárd, csúszfolyós és gázalakúnak nevezünk.

Hogy mi az oka ennek a különbségnek, mi-
ben különböznek ezek egymástól, leendő tárgya ér-
tekezés ennek.

A mindennapi életben tapasztaljuk, hogy minden
fölhajított tárgy a földre esik vissza, s ennek okát
a föld vonzeréjébe helyezzük. De nem csak a föld
vonzza a testeket, hanem ezek egymást is, s ha még-
is két fölhajított test ~~nem~~ egymáshoz vonzódik s
még sem egyesülnek, hanem mindkettő a földre esik,
ennek okát a föld ama nagy vonzeréjébe helyezzük,
mely mellett a két egymásra ható vonzerő elenyészik.

Ha a föld vonzza a tárgyakat, ugy mindazon tár-
gyaknak, melyek ugyanazon elemekből állanak, nem
csak a földet, de viszont egymást is vonzaniuk kell.
S hogy valóban vonzóak is ezek egymást, arról a test
részeinek szétválasztásakor törtéjű az elszaki-
rás, eltérés, összerukás és csavarás által - látni-
kezik.

Mint hogy a tapasztalás ismét azt bizonyítja,
hogy bármily apró részekre osztuk fel a testeket, ré-
szeinek elválasztására mindenkor bizonyos erő kell
hogy a vonzerőt legyőzzék; ez okból kell hogy a vonz-

erőt a testek legkisebb részecskéibe, a tömegekbe helyeztük; tulajdonképp a pályáikba kellene helyeznünk, minthogy azonban oly apró részei a testeknek, melyekre már erőműtanilag nem hatunk, követhetők képp erről biztosan nem is állíthatunk; ez okból a vonzerőt a pályacsoporthoz vagyis tömegekbe helyeztük. Igen természetes dolog, hogy minél nagyobb a test annál több a tömeg, s így annál nagyobb a vonzerő is, mi az előbb a földről említett tulajdon mellett szól.

A legnagyobb vonzerő a testek középpontjában létezik, jöhetett ott éppen semmi sem jelentkezik. Ennek oka ott keresendő, hogy a tömegek részecskéi minden oldalról a központ felé vonzódnak, de azontúl az ellentétes irányban már nem, követhetők, hogy a legnagyobb vonzerőnek ott kell lenni; s hogy ott a vonzerő mégis mint 0 jelentkezik, oka a minden oldalról az ezen pontra ható vonzerők. S hogy a legnagyobb vonzerő valóban a testek középpontjában létezik, melyből távolodván fogynak, a tapasztalat is igazolja, mert egy hosszabb testet könnyebben vagyunk megmozdítani mint egy kisebbet.

De bármint távol legyenek is a tömegek a központtól az itt székelő vonzerőtől mindenképp vonzódnak, oly annyira, hogy az itt székelő vonzerő a tömegeket egy pontba igyekszik összevonni, mely által a testek megszünnének. S ha mégis azt tapasztaljuk hogy testek vannak, úgy kell ismét bizonyos erőnek lenni a testekben, mely a vonzerő ezen overfeletti összehúzóerőjének ellentét.

Minthogy a vonzások ellentétes vonzás, más-

Kép lassítás áll ellent, azért ezt lassító erőnek nevezzük, s ezen lassítóerőt is a főmeisekbe helyezzük, azért a főmeisekben lakó vonz- és lassítóerőt főmeiserőeknek is nevezzük. A lassítóerő a test részeinek összehozása – és összemomása által nyilvánul.

Mint hogy, mint már fönebb emlitem, hogy a vonzóerő a test középpontjától folyton fog, ugyanazon irányban lép fel a lassítóerő a vonzóerő rovására.

A főmeisekben létező vonz- és lassítóerőnek különféle változása okozza a testek különféléseit, melyek mi szilárd, cseppfolyós és gázoknak nevezzük. Mintán a szilárd testek részeinek elválasztására sokszor nem hisz erő szükség, mi csak a vonzóerőt legyőzni a lassítót pedig segíteni akarja, joggal tulajdonítunk mi a szilárd testeknek nagyobb vonz- mint lassítóerőt. S éppen ezen nagyobb vonzóerő okozza, hogy a főmeisek erősebben fűződnek össze, melyek rendszer állapotban helyzetüket, alakjukat s nagyságukat állandóan megtartják. Ebből kifolyólag helyesen azt állítjuk, hogy a szilárd testek nagyobb vonz- mint lassítóerővel bíróan állandó alakkal és térfogattal bírnak.

Az oly testekben, melyeknek térfogatuk állandó, de alakjuk változik, azt kitélezzük jól, hogy ott a vonz- és lassítóerő egyenlő fokban van képviselve, ezen testeket cseppfolyósoknak nevezzük. A vonzóerő itt nem engedi a térfogat nagyobbodást; a lassítóerőnek pedig egyenlő fokba ellensúlyozza az összehúzódást; a főmeiserőnek ezen egyenlősége okozza azoknak nagy gondultékonyt, hogy a cseppfolyós testek állandó térfogattal, de változó alakkal bírnak, alakjukat

azon edénytől kölcsönzik, melyben léteznek.

Már maga a rend is követeli, hogy ha vannak alyestek a termiszetben, melyeknél a vonzó nagyobb a taszítóval, s vannak, melyekben a vonzó egyenlően van a taszító erővel, úgy kell alyesteknek is lenni, melyekben a taszító erő nagyobb a vonzóval; s valóban léteznek is ily estek, melyeket gázoknak nevezünk.

Ugyanis, ha valamely üres henger egyik végét bekötve a másikat szilárd lapra helyezve a hengerből a levegőt kiszivattyúzzuk, úgy azt tapasztaljuk, hogy a mint a henger fokozatosan leüresedett, oly fokban a külső levegő nyomást gyakorolván a hálagra azt benyomja. E tény eléggé igazolja azt, hogy a külső levegő elvértében egyensúlyát oly rére jutott, hol levegő nincs, tehát oda kivánczán jutni a hálagra nyomást gyakorolt s azt ber is repeszi; de igazolja eléggé a gázok terjedékenységet is, melyeknél az eddigiek után joggal azt mondhatjuk, hogy a taszító erő a gázoknál a vonzótól jóval felülmulta. Így nem csak hogy nem állandó alakokat, de még állandó térfogattal sem bírnak.

I hogy az eddig előadottakat tudományosabb alakban tárgyaljam, a töméseknél tulajdonított ellentétet a vonzó- és taszítóerőt kiegyenlítően, azaz összeegyeztessen szükséges, hogy ezen erőknek más meghatározást adjak, mely nem áll alyéles ellentétben egymással.

Mikor az újabb ~~az újabb~~ termiszetben minden termiszeti tömésről vizsgáljuk meg, kell hogy az alyéles ellentétben lévő erők is, a mozgásból magyarázzunk.

Ha ekkor melegen vizsgáljuk ki, az előadott; az arzen a nélkül, hogy megolvadna (a vörös írásnál,

állan. Honnét magyarázzuk mindert? Nem egyébből
mint a test tömegeinek rezgéséből. Ugyanis a test része-
sekről azt állítjuk, hogy azok örökös rezgő mozgás-
ban vannak, s éppen a testek ezen rezgő mozgása
akkor azon érzetet bennünk, mit melegséget neve-
zünk. S minthogy a tömegek ezen rezgésök alkal-
mával mindinkább távolodni akarnak egymás-
tól, ezen helyekből távolodás, másképp kifejezés az,
mit mi lassítóerőnek nevezünk. A tömegek ezen
kifejezése szűkebb vagy tágabb határokat közt tör-
ténik. Azon testek, melyek kifejezésüket köztön-
sleges körülmények közt nem teljesítik hi a test
vonzókörén, melyeknél tehát a vonzás nagyobb
a lassításnál, szilárd testeknek, melyeknél pe-
dig a kifejezés oly nagy, hogy a test vonzókörében
annyi időt tölt mint azon kívül, melyeknél te-
hát a vonzás és lassítás egyenlő, azokat folyéko-
nyaknak, s végre melyeknek tömegei oly kifeje-
zést néznek, hogy egymás vonzókörébe alig be-
rúlnak, s melyeknél a lassítóerő nagyobb a vonzerő-
nél ezeket légnemű testeknek nevezünk. S így
mint látható a testek különböző halmozottsága
a tömegek rezgéseinek nagyságától függ.

Ezen vonzó- és lassítóerő elnevezéséből származó ellen-
teses erőket kiegyenlítve azt mondhatjuk, hogy a
szilárd testek állandó alakkal és térfogattal, a fo-
lyékonyak állandó térfogattal de változó alakkal, a gáz-
alakú testek végre nem csak változó térfogattal de
egyszerűsített változó alakkal bírnak.

Ezek tehát azon földrajzok, melyek után
testeket szilárd, cseppfolyós és gázalakú testek-
re osztjuk, s ezek azon sajátágaik, melyekben a
nevezett testek egymástól különböznek.

Számos könyvekről használtam: TynDall, A hő mint a moz-
gás egyik neve. Stewart Balfour, A természettan elemei.
Fehér József, Kísérleti természettan. Jamieson John, A Kísérleti
természettan ~~elemi~~ tankönyve. stb.

Méltóságos

Gr. br. Eötvös Loránd Urnak.

18. lap

7. k. 23/4. H.

Kasza Ferenc

tanár vizsgálati karai irás-
beli dolgozatainak első ré-
sze a terméstanból mint
mellék tárgyból.

90. lap.
uj

Méltóságos br. Eötvös
Loránd osz. R. tanár
vrsz. 6. tag úrnak

Köves bírálat végett
megköldésik.
A dolgozat elfogadására
csakban a társasági
feladvány is kérik.

Budapest 1877. jan. 3.

[Signature]
ar. R. 4. v. 6.
elnök

MAGYAR
TUDOMÁNYOS AKADEMIA
KÖNYVTÁRA

71. lap
ij

Méltóságos b. Eötvös Lo-
ránt osz. R. + v. b.
szag honak.

Príves bírulat végezt
megküldetik.

A dolgozat elfogadám
ensiben a zársz helyi
feladvány is kinnik.

Budapest 1877 jan. 12.

Áronchloz

az osz. R. + v. b.

elnöke

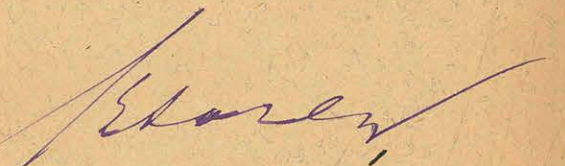
MAGYAR
TUDOMÁNYOS AKADÉMIA
KÖNYVTÁRA

jo

Nélt. b. Eötvös Loránt.
ors. Körept. tanárvirsg.
bírótsági tag úrnak

Walter. Mihály...
mellékelt dolgoratáról
szóló bírálatát kérem
ezen íven. Legfeljebb két
hónap lefolyása alatt velem
Körölni, és a dolgorat
elfogadásán ezután a
rész helyi feladványt is
kitűztem.

Budapestem 1879. febr. 8.


az ors. Körept. ta-
nárvirsg. bíróts.
elnöke.

Különműű vezeték érinthetőségénél arak köziött electricus
potential Külömbűű áll be. Miként nyilvánul ez a nyílt
és a zárt Volta-féle oszlopnál?

Budapest, 1878 Február 12

Blotvői László

MAGYAR
TUDOMÁNYOS AKADÉMIA
KÖNYVTÁRA


A.)

436. lap.

ny

Mlt. b. Eösvös Loránt
ors. körept. tanárviseg.
brotts. tag és felkötetik
Walter Mikály.
sámdra a fenne.
szemből.
házi feladványt kitűzve.

Budapest 1878. jan. 31.


az ors. körept. tanár-
viseg. brots. elnöke

Ms 5093 / 45

Walter Mikály

házi írásbeli dolgozata.

MAGYAR
TUDOMÁNYOS AKADÉMIA
KÖNYVTÁRA

Házi dolgozat.

Méltóságos Bairo István László, országos kéreptanodai tanár-
vizsgáló hivatali tag ur által feladatott a követendő házi fel-
advány:

Különművet érintő érintkezéskor azok között electricus poten-
tial különbség áll be. Milyen nyitásmul ez nyílt és a zárt Vol-
taféle csatlakozással?

Válasz.

Azon tisztán electrostaticai kérdés áll elő, hogy ha két külön-
művet érintő érintkezéskor egymással érintkezésbe, csak az electricus
folyadék elvonása vagy töltése, mintha a vezetők egymással való-
nának. E kérdésre csak igen finom és érzékeny mérőeszközök, melyek
által az electricus folyadék jelenlétét kimutathatjuk.

Ha két fémet érintő érintkezésbe, p. l. mint Volta esetében, érintkezéskor
vezet, az az az, hogy felületet adunk, hogy egymással érintkezés-
ben, tehát felület, vagyis érintkezéskor az electricus folyadék sajátos elvonása
vagy töltése, hogy két különművet érintkezéskor az electricus folyadék
elvonása, mind két electricus állapotát tartalmazza.

Az egész itt négyes érintkezéskor a leggyakoribb módon így állhat elő:
Legyen egy egyenes érintkezéskor az electricus folyadék elvonása, hogy mindkét érintkezéskor
electricus állapotát magában foglalja, vagy mindkét érintkezéskor
ba lép. Így Link és Pelté esetében a érintkezéskor a érintkezéskor
határfelületén pozitív a érintkezéskor a érintkezéskor
határfelületén negatív electricus állapot gyűlik össze.

For.	Lu.
+	-
+	-
+	-
+	-
+	-
+	-
+	-
+	-

Kísér. dolgozat.

Méltóságos Belső Levél Loránt, orvagos köréptanadai tanár-
virágáló birodalmi tag ur által feladott a követ kére kísér fel-
advány:

Különművet vezetők érintkezésénél azok között electricus poten-
tial különbség áll be. Milyen nyitvánul az nyílt és a zárt Vol-
ta fele arányát?

Kifejtés.

Azon tisztán electro staticai kérdés áll elő, hogyha két külön-
nemű vezetők között egymással érintkezésbe, exekción az electricus
folyadékok elonlata egy történetik-e, mintha a vezetők egymással való-
nánál. E kérdésre csak igen finom és éps azé a nehezen kideríthető
kísérletek által lehet felelni, igen érzékeny eszközök szükségesek, melyek
által az electricus folyadék jelenlétét kimutathatjuk.

Ha két fémet között érintkezésbe, pl. mint Volta eszközök, zinkum és
ezet, és azokat egy felületet adunk, hogy egymással szorosán érintkezés-
szenek, tehát egy felületet, egy egy körülmények közt az egymással érint-
kezéssel vezetőkben az electricus folyadékok sajátos elonlata történetik mit
egy mutatathatunk ki, hogy külön nemű vezetők érintkezésbe hozva és
elválasztva, mind kettő electricus állapotát tanulmányozzuk.

Ezen elvűk szerint megbeszélhetjük, hogy az egy elválasztott vezetők
közötti szabad electricitást tanulmányozzuk.

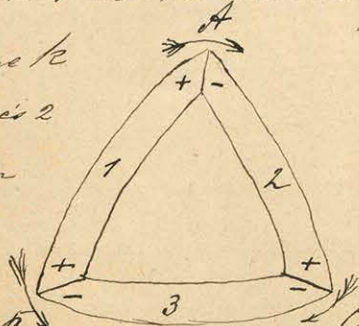
Az egész itt megbeszélendő jelenet a legegyszerűbb módon így állítható elő:
Legyen egy egyenes keresztmetszetű és egymással érintkező Zink és kuprum
különművet vezetők határfelületének, vagy a vezető sugaras
rései sajátos határa folyván az electricus folyadék egy
sajátos elonlata történetik, hogy mindegyik az másik ellenlőtt
electricus állapotát magához vonzza, míg mindkettő egyenlő-
sá leg. Így Zink és Kuprum, a zinknek a rézzel érintke-
ző határfelületén pozitív, a réznek a zinkkel érintkező
határfelületén negatív electricus állapot gyűl össze.

Zink.	Cu.
+	-
+	-
+	+
+	-
+	-
+	-
+	+
+	-
+	-

Azon electricus folyadékok jelentését onkgyan ki mutathatjuk, és bebizonyí-
 thatjuk, hogy a határfelület két oldalán össze gyűlő electricus folyadék
 sűrűsége mindkét fémre néve ugyanaz, vagy hogy a sűrűség, melyet az
 electricus folyadék összegyűlnék, az egy nassal érintkező vezeték nemétől
 nem függ. Így nemű kísérleteket a fémek egy sorát nyitva véve, a fémek
 egy sorába állíthatjuk, melyben minden fém egy utolsó salóval érint-
 kezőbe hozva, az előbbi pozitív az utóbbi negatív electricus állapotot ölt.
 És sorrad a következő: zink, ólom, réz, ezüst, platina, graphit, szén. Azon saját-
 ságos magaviselete a fémeknek, oda vezet, hogy két egymással érintkező
 fém felületén az electricus folyadék sűrűsége, külső erő fémek érintkező-
 sínél márnás, de ugyanazon fémek érintkezésénél állandó.
 Azon sűrűségeket számolozakban a következő előállítás; erőltetve len vala-
 mennyi sűrűségeket egy sűrűséghez viszonyítani; így p. l. egy járhatunk ki
 el, hogy mondjuk: legyen a zink és réz érintkezésénél fellépő electricus
 sűrűség 100, és kereszül minő viszonyban van más két fém, melyek egy-
 mással érintkeznek, electricus sűrűsége a zink és réz electricus sűrűségéhez.
 Így saját ságos mámatat nyerünk, melyeket a két fém electricus külön-
 ségének nevezünk. Azon electricus különbséget sajátos módon jelöljük.
 A zink és réz electricus különbsége 100 és ezt így jelöljük $(Zn, Cu) = 100$.
 Maltbraunck különnevé fémek electricus különbséjét következőkkel találta:
 $(Zn, Fe) = 74.7$ É táblázatban $(Zn, Cu) = 100$ azt jelenti, hogy a zink rézrel
 $(Zn, Cu) = 100$ érintkezve az érintken egybegyűlő pozitív electricus folyadék
 $(Zn, Ag) = 105.6$ sűrűsége 100. hasonlót $(Fe, Cu) = 31.9$ azt jelenti, hogy a vasat
 $(Zn, Pt) = 107$ rézrel érintkezéskor hozva, az electricus folyadék sűrűsége 31.9.
 $(Fe, Ag) = 29.8$ Amennyiben tehát az electricus különbség azon electricus
 $(Fe, Cu) = 31.9$ folyadék sűrűsége jelenti, mely az annak jelében előálló
 $(Fe, Pt) = 32.3$ fémekben együttesen keletkezik $(Cu, Zn) = -100$, vagy $(Cu, Fe) = -31.9$
 a ha' a negatív electricus folyadékok sűrűsége negatív mennyiségnek van
 tekintve. Esámakat isse hasonlítva az előbbi egy saját ságos törvényt kö-
 vetkezéskorunk. Láthatjuk $(Zn + Fe) + (Fe, Pt) = 107 = (Zn, Pt)$, és így találjuk, lega-
 lább közelítőleg hogy $(Zn, Fe) + (Fe, Ag) = (Zn, Ag)$.
 Egyáltalában, ha v, μ és μ három fémek jellemzői: $(v, \mu) + (\mu, \mu) = (v, \mu)$.
 Eszerint az electricus különbség v és μ vezető közt nem változik, ha ki-
 vezük μ vezetőt közöttük. Ekkor a fémek a Maltbraunck körülbelül $\frac{1}{100}$ részeg
 keletkező pontosságig bizonyítható be.

Esetek már Volta is felállított ugyan a részletein ma is Volta-féle
 törénynek nevezetű, de Volta hibáit a által, hogy az mindennemű vere-
 tőkre kiterjedt. Nem firtaték végre a kísérleteket a fémek és
 folyadékok közt az electricus különbséget meghatározva, s ut tőre több fém
 is folyadékok névre, a Volta által kimondott kisel korántsem áll, hanem
 rendkívüli eltérések vannak, úgy hogy az alapon mondhatjuk: A veretők
 általában vére két osztályba sorozhatók. Egyik osztályt képezik az az veretők, me-
 lyek electricus különbségére névre a Volta-féle kisel áll, másikat pedig a ly
 veretők névre alkalmas hajjuk, amelyekre a Volta-féle törény nem áll. -
 Az előbbi osztályba tartoznak, melyek t. i. a Volta-féle törénynek határolt - első
 osztályú veretőknek, a másik osztályba tartoznak pedig, második osztályú veretők-
 nek nevezük. É megkülönböztetésnek érteleme az, hogy valamely első osztályú
 veretők bármely más első osztályú veretővel kapcsolatunk össze electricus kü-
 lönségükre névre a Volta-féle törény fennáll, de nem áll fenn két
 második osztályú vagy akár egy második osztályú is egy első osztályú veretők névre.
 Az első osztályú veretők között általában vére a fémek, a második osztályúakhoz leginkább
 a folyadékok tartoznak. Tegye meg kell még jegyeznem, hogy a Volta-féle törény
 első osztályú veretők névre is csak akkor áll fenn, ha a két veretők
 mind ugyanazon hőmérsékletűek. -

A veretők megkülönböztetését két osztályú szerint most a kapcsolatban van
 az electricus folyadékok nagyságát, egy három egymással érintkező
 veretők által álló veretőkben. Ha három első osztályú veretők egy zárt veretőkbe
 össze kapcsolunk, úgy hogy az érintkezés arajban látható egy sorú vonalra
 által állítanak elő, az electricus folyadékok sűrűségű elváltán követhet be
 a veretők határfelületén az electricus különbségnek megfelelő electricus folyadék
 mennyiség gyűl össze. Így rendszerben, melyre névre a Volta-féle törény áll,
 az electricus folyadékok mennyiségben jöhetnek. veretők
 Ha ugyanígy megfigyeljük az egymással nembe levő electricus állapotok
 látnak hogy két veretők határfelületén közel veretőkben egy electricus
 folyadék mennyiség gyűl össze, melynek
 sűrűsége $(1,2)$ electricus különbség, és 2
 veretők határfelületén közel 2 veretőkben
 összegyűlt electricus folyadék mennyiség
 sűrűsége $(2,1) = -(1,2)$. Így a követhet
 nálunk a 2 és 3 veretők érintkező felületeire névre is, ahol az electricus folyadékok sűrűsége
 $-(2,3) = -(3,2)$. Tegye a 3 és 1 veretők érintkező felületeire áll $-(3,1) = -(1,3)$.



Laszuk most a két külsőre vezető érintkezésnél előálló potentialok különbségét. —

Az érintkező két vezető legyen z_1 és z_2 .

Is ezekben az egymással föltérkező pontok között állítsuk föl, ha a potentialok V_1 és V_2 akkor a potential csak a felületi töltésnek képződésén van állandó és valóságos pontokon ezekben az electricus folyadékok káprázata van ráadásul gyakorolható.

Az érintkező közelebb most az állván, az egymással föltérkező most a közelebb lesznek: ha mi ezen egy pontot veszünk, melynek távolsága a felületi töltéstől s akkor az electricus potential a felület közelebb változik s ez a közelebbi felületen felvett pontok távolsága nagyobb lesz, mint a régi távolság felvett pontok és ezen felület közelebb felvett pontok távolsága, a felületre közelebbi normalis távolság s és egy a vonzóerő a közelebbi $f(s)$ s ez az erő melyet a felületi töltés σ ponton a normalis irányban gyakorolhat s ez két részre áll 1) az electricus folyadékok vonzóereje s irányban $= -\frac{d\sigma}{ds}$ 2) $f(s)$ az az erő melyet a felületi töltés σ irányban gyakorolhat s ez kétféleképpen egyenlő kell hogy legyen zeroval az az $-\frac{d\sigma}{ds} + f(s) = 0$.

Kezdetnek nézzük a potentialt, ha az egyik potential valamely véges körülmény felvett pontjára, aminek vezető véges körülmény felvett pontjára átkerülünk. —

Potential értéke P_1 ben lesz V_1

" " P_2 " " V_2 felvettük ki most $f(s)$ függvényben

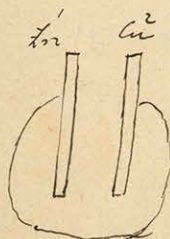
$d\sigma = f(s) ds$, ha integrálom s két értéke i és h határ közt lesz:

$$\int_{-l}^{+l} d\sigma = \int_{-l}^{+l} f(s) ds \text{ vagy az értéket betéve lesz}$$

$$V_2 - V_1 = \int_{-\infty}^{+\infty} f(s) ds = (2.1) \text{ mert } s \text{ ezen értéke } f(s) = \text{végtelen kisiny} = 0.$$

$f(s)$ az érintkező testek nemétől függ s független az érintkező méretétől, s jelöljük $= (2.1)$, ezen (2.1) a két vezető electricus különbségének nomenkláturája s ez vezet a folyadékok sajátos sűrűségéhez. —

Két condenser lemezeiben az electricus folyadékok eloszlása a következő lesz:

 Az egyik potentialja legyen V_1
" " " " " " V_2 (a két külsőre vezető electricus potential különbség az az $V_1 - V_2 = (z_1, z_2)$).

Az condenser lemezeiben az electricus folyadékok káprázata van eloszlása ugyanaz sűrűség: $e_1 = -e_2 = a(V_1 - V_2)$ amint azt látni lehet

$e_1 = -e_2 = a(z_1, z_2)$ vagyis a két condenserben az egyikben + s a másikban — electricus folyadék van s a két egyenlő nagyságú.

a sinkben a potential V_1
 " cupturnban " V_2 } sign $V_1 - V_2 = (1, 2)$ he it is more and

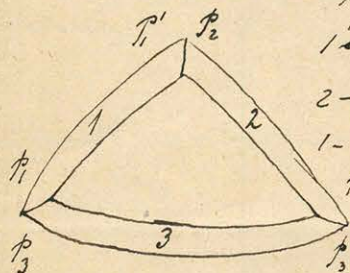
meg lesz $V_2 = V_1 - (1, 2)$ és az $(2, 1)$ kitérési sebesség $= -(1, 2)$, hogy az igazat követhessék
 innen $n: \int_{-\infty}^{+\infty} f(x) dx = (2, 1)$ vagy a határhely felvételre $\int_{+\infty}^{-\infty} f(x) dx = -(1, 2)$ szerint

$V_2 = V_1 + (2,1)$ az az az x - y potential értéket megkapom, ha a z -tink electricus különbségeihez hozzáadjuk a z -tink és x - y electricus különbségét. —

Általában ezen néle a következő fejezetjék ki, ugyanis ha K, L és μ reztöttes jelentenek úgy $K\mu = (K, L) + (L, \mu)$ ezen ismeretben csak a előrendű reztöttes áll.

Min kor lehet kint a városi utcákon közt is egyenlő, az a máskép mi lehet
ebben a egyenlő föltétel. -

The inner föreskriftar elättunk mäs i monnes xök xerök, amelyben 30000
 van rönckaputla, amelyek xonban egy mätöl kütüm törek egy lesi:



1-es körít a potenciál $V_2 - V_1' = (2, 1)$
 2-3 " " " $V_3 - V_2' = (3, 2)$
 1-3 " " " $V_1 - V_3' = (1, 3)$ } ezeket összeadva lesz

$V_1 - V_1' + V_2 - V_2' + V_3 - V_3' = (3, 2) + (2, 1) + (1, 3)$; he a här som uccetöclö-
rendä upg. er eröben all logy:

$$(3,2) + (2,1) = (3,1) \text{ vagy } (3,2) + (2,1) + (1,3) = 5. -$$

Je n'est a versetben a potential allansó kell hogy legyen azér

$V_1 = V_1'$ $V_2 = V_2'$ és $V_3 = V_3'$ szintén így lesz csúgyan egyenlők a fentebbi
képletben kétszer az első csúgyan lekeztigés ez esetben is az egyenlőség.

Ha attributuma vezeték nem elválasztva, úgy nem állhat be egyensúly, mert
akkor $V_1 = V_1'$ $V_2 = V_2'$ $V_3 = V_3'$ értékekkel a fénnyel egyenlőnek elég
nem lehetünk, s így $2(3,2) + (2,1) + (1,3) = 0$ ugyan egyensúly, ha szor egyenlő
úgy az egyensúly létre nem jöhet s így nem magyarázható, sőt magyarázó, a
magyar skizizának tekintetét vétele s merorok electricus magyarázó
az aruban nem erő, hanem csak elvezetés. —

A náródrendű verecséknek $\frac{1}{2}$ electricus egyensúly nem állhat be a hárson verecsék
 berakása, úgy a murgáinak folytonosan sebesséi kellene lenni, de az a
 természetben nincs úgy, mert az az helyjében lévő tömegek ha ellenkező
 irányúak nem is, de akadályokat gördítenek elé.

Mischung aus zerstoßtem, trocknem ellenälth. erde, & electricus foliadelt. rind
uberigewel anm. lagerte. —

Ha egy ellenálló erőt nemünk fel, úgy a ly ellenálló közegben bizonyos erő csak bizonyos sebességet képes előidézni, ezen maximális sebesség függ természet az erő nagyságától, de a közeg természetétől is, — pl. a vízben a víz erő erőre ké gyorsulása $\frac{dv}{dt} =$ nehézségi gyorsulás, az ellenálló erő gyorsulása, mely a sebességgel arányos az az $\frac{dv}{dt} = g - bv$, ahol $b =$ közgellenállása, egyenletre az előbbi kifejezést lesz

$$\frac{dv}{dt} = -b(v - \frac{g}{b}) \text{ s ha most } v - \frac{g}{b} = u \text{ értéket helyettesítjük lesz:}$$

$$\frac{du}{dt} = -bu \text{ ahonnan az } \frac{du}{u} = -b dt \text{ vagy még továbbá}$$

$$\log u = -bt + C \text{ vagy } u = e^{-bt+C} = e^C \cdot e^{-bt} \text{ de } e^C = A \text{ val szgy}$$

$$u = A \cdot e^{-bt} \text{ s ha még ezt helyettesítjük úgy lesz}$$

$$v = A e^{-bt} + \frac{g}{b} \text{ — } A \text{ állandó mennyiség s ennek meghatározására}$$

legyen $v=0$ nék $t=0$ szgy $0 = A + \frac{g}{b}$ ahonnan most A értéket behelyettesítve lesz: $v = \frac{g}{b}(1 - e^{-bt})$. Ezen egyenletben $-e^{-bt}$ egy kifejezés, mely az idővel kisebbedik s ha $t = \infty$ akkor ezen tag $-e^{-bt} = 0$ szgy s ekkor lesz $v = \frac{g}{b}$ a maximális sebesség.

Electricus folyamatok mozgásánál az az időt, míg a mozgás folytonosan gyorsabbodik, az az időt, midőn a mozgás egyenletes megáll — kintörése, itt az ellenálló rendkívüli nagy lehet mint a mozgás s mozgató erő megrövidítése után, gyorsan elenyészik. —

Bolárva a folyamat a mozgás csak hamar egyenletes lesz s ekkor az egyenletes stationer mozgás, az az mozgás, melynél bizonyos helyen ismét ugyanazon jelenségek ismétlődnek. —

Állatárook meg a felület elemén átható elektromos folyamatok. —
Legyen a felület elem df s az általa \perp az az mozgató erő, mely a folyamat mozgását okozza, s ha ezen mozgató erő R az elem normálisra n úgy R perpendikularis n nék s az R szinusz az ismétlődés erője kifejezhető u. i.

$$-\frac{\partial v}{\partial x} i - \frac{\partial v}{\partial y} j - \frac{\partial v}{\partial z} k \text{ s } R = \sqrt{\left(\frac{\partial v}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial v}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial v}{\partial z}\right)^2}$$

A mozgás df felületen két irányban + és - irányban történik, melyek különben egyenlőek és az irányuk ellenkező s az az electricus folyamat iránya \perp állandó potenciál felületre az az $V=C$ s ezen felület normalisának irányát akarjuk ismerni, úgy adva legyen $F=0$ s ekkor $\frac{\partial F}{\partial x}$ ennek alkalmasa után lesz:

$$\sqrt{\left(\frac{\partial F}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial F}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial F}{\partial z}\right)^2}$$

$$V - c = 0 \quad \cos \mu = \frac{\frac{\partial V}{\partial x}}{\sqrt{\left(\frac{\partial V}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial V}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial V}{\partial z}\right)^2}} \quad \cos \mu = \frac{\frac{\partial V}{\partial y}}{\sqrt{\left(\frac{\partial V}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial V}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial V}{\partial z}\right)^2}} \quad \cos \mu = \frac{\frac{\partial V}{\partial z}}{\sqrt{\left(\frac{\partial V}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial V}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial V}{\partial z}\right)^2}}$$

az erő iránya pedig = lesz $-\frac{\partial V}{\partial x}$ $-\frac{\partial V}{\partial y}$ $-\frac{\partial V}{\partial z}$ tehát az erő is norma-
li irányba egyenlő.

Merősség $d\phi$ felületen dt idő alatt átkenneni folyamatos.



Ha a felület áramkör merőleges dt idő alatt egy mennyiség
érintkezőt mely dt pillanat alatt a felület elemeire érkezik ha
erre a felülettel párhuzamosan egy más felületet azonos felület
terület \approx vagy $\approx dt$ párhuzamosan felület elemeire dt idő
alatt ugyan egyenlő mennyiségűt megismerjem, meg kell határoznom
a két felület köztifolyadékot szerpe egyenlő len:

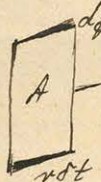
Ha $d\phi \cos \mu = d\phi$, ahol $k =$ az egyenlő folyadékot sűrűségével.

Ha az egyenlőben $\frac{d\phi}{dt} = \frac{k}{b}$ az $\frac{d\phi}{dt}$ értéket behelyettesítem len:

$$d = \frac{k}{b} d\phi dt \quad \text{de} \quad d = \frac{k}{b} = \frac{\text{az egyenlő folyadékot sűrűsége}}{\text{közvetlenül függő állandó}} \quad \text{értéket behelyettesítve}$$

len $d = \frac{k}{b} d\phi dt$ amely egyenlőben $k =$ az értékek közötti hányados.

Ha a felület normalis nem esik ki az áram irányából vagy len most a $d\phi$ felület



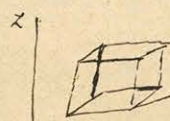
Ha a felület normalis nem esik ki az áram irányából vagy len most a $d\phi$ felület
Ha a felület normalis nem esik ki az áram irányából vagy len most a $d\phi$ felület
Ha a felület normalis nem esik ki az áram irányából vagy len most a $d\phi$ felület

Ha a felület normalis nem esik ki az áram irányából vagy len most a $d\phi$ felület
Ha a felület normalis nem esik ki az áram irányából vagy len most a $d\phi$ felület
Ha a felület normalis nem esik ki az áram irányából vagy len most a $d\phi$ felület

De $\cos \mu$ amint tudjuk egyenlő a következő kifejezéssel

$$\cos \mu = \cos \mu_x \cos \mu_y \cos \mu_z \quad \text{vagy} \quad \cos \mu = \frac{\frac{\partial V}{\partial x} \cos \mu_x + \frac{\partial V}{\partial y} \cos \mu_y + \frac{\partial V}{\partial z} \cos \mu_z}{\sqrt{\left(\frac{\partial V}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial V}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial V}{\partial z}\right)^2}}$$

Ha a felület normalis nem esik ki az áram irányából vagy len most a $d\phi$ felület
Ha a felület normalis nem esik ki az áram irányából vagy len most a $d\phi$ felület
Ha a felület normalis nem esik ki az áram irányából vagy len most a $d\phi$ felület



Ha a felület normalis nem esik ki az áram irányából vagy len most a $d\phi$ felület
Ha a felület normalis nem esik ki az áram irányából vagy len most a $d\phi$ felület
Ha a felület normalis nem esik ki az áram irányából vagy len most a $d\phi$ felület

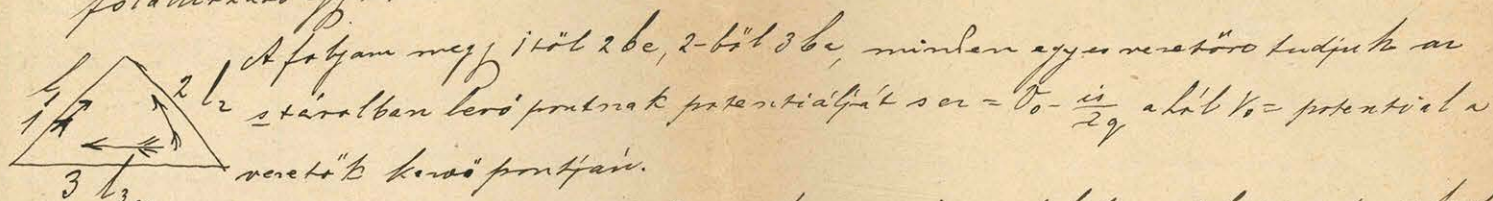
Ha a felület normalis nem esik ki az áram irányából vagy len most a $d\phi$ felület
Ha a felület normalis nem esik ki az áram irányából vagy len most a $d\phi$ felület
Ha a felület normalis nem esik ki az áram irányából vagy len most a $d\phi$ felület

$$I = \int d\phi dx \frac{\partial V}{\partial x} \quad \text{és} \quad II = \int d\phi dy \frac{\partial V}{\partial y} \quad \text{és} \quad III = \int d\phi dz \frac{\partial V}{\partial z}$$

Ha tényleg egy vezeték is áll, melyben a vonalvezetőkön kívül folyadék is van p.l. egy galván elemre, vagy a Volta-féle elemre is. —

De a rajzon a galván elem zársoronyjának van-e befolyása az elektromotoriára erőre? Legyen a vezeték 3, az az 1, 2, 3 vezeték irányát p.l. zársoronyját keressük a magatós erőre $(2,1) + (1,3) + (3,2) = \mathcal{E}$.

Ha egy zársoronyt ábrázolunk be len a magatós erő $(2,1) + (1,3) + (3,2) + (1,2) = \mathcal{E}$ s innen látni látni hogy egy galván elem magatós erejére a zársoronynak befolyása nincs. — Ha általában vezetőkkel egyenlő körzet alakúakat, melyek egymást több körzetben metszik, egy általában két fővezetőre meg 1) huznak e lágyasíri pontok serekre nézve áll a Kirchhoff-féle tétel az az az egy ponton lévő intenzitásuk összege = 0 az 2) valahányszor benne egy zárt vezeték sor amilyen különbségek az egyenlőségét figyelembe véve, hogy itt több huzatuk egyesülnek serekre nézve főlátszó egy tétel.



A folyam meg, itől 2-be, 2-ből 3-be, minden egyes vezetőre tudjuk az általában lévő pontnak potenciálját sor = $V_0 - \frac{i_1}{2g}$ ahol V_0 = potenciál a vezetőből kiinduló pontján.

Ha 1, 2, 3, vezetőkre ezen tétel alkalmazunk az statikus folyam tulajdonságait kifejezzük len: $V_0 - i_1 \frac{L_1}{2g} = V_0 - i_1 W_1$ ha leírjuk a potenciálját, ugye az különbség = (1, 2) az az $V_0 - i_1 W_1 - V_0 = -(1, 2)$

$$\left. \begin{aligned} V_0 - i_1 W_1 - V_0 &= -(1, 2) \\ V_0 - i_2 W_2 - V_0 &= -(2, 3) \\ V_0 - i_3 W_3 - V_0 &= -(3, 1) \end{aligned} \right\} \text{erőket összeadva len:}$$

$i_1 W_1 + i_2 W_2 + i_3 W_3 = (2,1) + (1,3) + (3,2)$ ha még több is vezeték is van ugye len: $i_1 W_1 + i_2 W_2 + i_3 W_3 + \dots + i_n W_n = \mathcal{E}$ az az az egyenlőség intenzitásuk sarkánálk pontjának összege egyenlő a zárt elektromotoriuss hálózattal sor fejező kiállítás alatt van. Ha tényleg ezt soroztuk II Kirchhoff-féle tételre ki.

Ha ilyenkor a folyam irányja nem minden vezetékben ugyanaz az ilyen esetben az ellenkező folyam intenzitását negatívnak kell venni az az az esetben $i_1 W_1 + i_2 W_2 - i_3 W_3 = \mathcal{E}$.

A Kirchhoff-féle tétel a Volta-féle tételre alkalmazva len:

Legyen az egyes elem ellenállása = W egy elemet önmagában kapunk ki

1) ezen elemek egyenlő sorba kötve össze egy zársoronyt kapunk ki és meg egy nagy elemet csinálunk ki,

2) minden egyes elem egyik sarkát a másik elem másik sarkával kötjük össze.

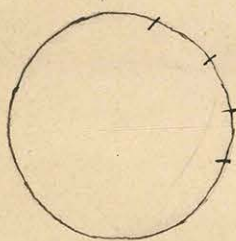
I. ábrákötetés. A és B az elem sarkai a folyam iránya i_1 és i_2 be. Az egyes elemek intenzitása i_1 , az áram intenzitása i_2 . Az intenzitás minden elemben egyenlő. Ha két elemet egy áramnak tekintünk, akkor erre nézve áll Kirchhoff II. törvénye az az egyes részek intenzitása ellenállások forrásainak összegére egyenlő a zárt elektronmotorius hálójára az az $i_1 W_1 + i_2 W_2 = 0$ de az elemek egyenlőek vagy a kereszt-képességek egyenlő lenni, ellenállásuk is egyenlő az az $W_1 = W_2$ s így $i_1 = i_2$.

Meressük a zárt intenzitást i_2 . Ere alkalmasra I. Kirchhoff-jelét felvettük $i_1 W_1 + i_2 W_2 = 0$ innen $i_2 = -i_1$. Ha a folyam intenzitását a zártban az egyes elemek rönklő mértékével a zártban meghatározzuk, úgy alkalmasra II. Kirchhoff-jelét felvettük 1) elemre az áramot képező zártban len:

$$i_1 W_1 + i_2 W_2 = \mathcal{E} = \text{magabíró egy elemre nézve, ha ide } i_1 = \frac{i_2}{n} \text{ helyettesítünk len:}$$

$$i_2 \frac{W_1}{n} + i_2 W_2 = \mathcal{E} \text{ honnan } i_2 = \frac{\mathcal{E}}{\frac{W_1}{n} + W_2} \text{ az az áram intenzitása ezen összekötés mellett ezen egyenletet adja.}$$

II. ábrákötetés



Ez egy egyszerű zárt rendszernek tekintve len:

$$i_1 = \frac{n \mathcal{E}}{n W_1 + W_2} \quad \left. \begin{array}{l} \text{ahol } n = \text{az elemek száma} \end{array} \right\}$$

$$i_2 = \frac{\mathcal{E}}{W_1 + \frac{W_2}{n}} \quad \left. \begin{array}{l} \text{ezen két egyenletből az egyes részeknél előforduló} \\ \text{összekapcsolás meghatározható.} \end{array} \right\}$$

Ha az intenzitás nagy legyen az elemek ellenállása nagy az az $W_1 \gg W_2$, úgy az 1) egyenletet használjuk; ha azonban $W_2 \gg W_1$ akkor a második ábrákötést használjuk.

Mélt Debrecen (Pallag) 1879 január 30-án.

Walter M. Halász
s. kassár.

Jegyzet. Huzfőül az az M. H. Halász Baró Lőrincz Loránt egyetemen tanár úr után 1876-ban jegyzetett jegyzeteket használtam.

"Miként irányozul az erély megmaradásának elve azon tapasztalati törvényeknél, melyek az electricus folyamatok (galvan, thermoelectricus és inducált folyamatok) keletkezéséről és különféle hatásairól szabályoznak?"

Dr. Eötvös Lorántól.

Itt újabb kor legnagyobb vívmányai köré a természetfelfedezések terén tartoznak, az erély megmaradásának elve, mely sokrétű a világ erélyének mennyiségére változatlan. Sokszorik ezen újabb előregi társakhoz, mely az anyag mennyiségének változatlanóságát fejezi ki. Habár e tekintetben az erély és az anyag ugyanazon törvénynek hódolnak, mégis egy igen fontos tulajdonsága nézve az erély törvényei lényegesen eltérők az anyag törvényeitől. Ugyanis eddigi ismereteink szerint lehetetlen egy bizonyos anyagot egy más anyaggá átválttatni, holott az erély egészen jellemző tulajdonsága éppen abban áll, hogy könnyen átalakítható.

Ímígyen ismert fizikai és vegyi folyamatoknál hasznosabb és beható vizsgálata azon eredményre vezetett, hogy az egész természetben bizonyos határképes erőket találunk, melyek semmi módon sem gyarapodhatnak vagy kivehetőket és hogy így a határa képes erőmennyiség a végtelen természetben ép úgy örök és változatlan, mint az anyag mennyisége vagyis hogy az összes természet határképes erőmennyiségének összege a természetben véghez menő változások dacára örökül változatlan marad. Ezen elejente csupán technikai munka által gyakorlatilag exakt törvény az összes természeti erők összefüggését és azok összehatását magyarázza. Hogy miként irányozul ezen elő az electricus folyamatoknál, azt két szakaszként fogjuk fejtegetni: 1) electricus folyamatok keletkezését 2) azoknak különböző hatásait illetőleg.

I.

a) a galvan folyamatok keletkezése.

Itt az először, hogy, ha két fém egymással érintkeznek, abban az electricus folyamatok egyikből a másikba ömlenek a tapasztalati nem látott igazolni, mert ha csak

ugyan két fémről vezetékkel állítottunk elő is ennek két farkát egy galvanometerrel össze kapcsoltuk a érintés vagy érintés vagy igen csekély volt. Ezen körülmény vezetett Delarive (1886) és Faraday arra hogy a galvan folyamat más uton magyarázható. Az általuk felállított magyarázat arra támaszkodik, hogy minden vezetékben élénk vegyi folyamatok keletkeznek, hogy az el. folyamatok intenzitása, a vegyi folyamatok élénkségével növekszik és hogy vegyi folyamat nélkül electricus folyamat nem keletkezik. Ezen feltételek magyarázatra egyetemes mind aron kisérleteket, melyek nem keletkeznek electricus folyamat 2 fémről elő állított vezetékben is mely keletkeznek az ha az egész vezeték nem elő osztályú és pedig a vegyi folyamatok alapján; az utóbbi esetben a vegyi folyamat következik az elvben aronban keletkezik az electricus folyamat (ha keletkezik) víz, vagy légbuborékok vagy nedves anyag hatására által. Szerintük az electricitás mennyisége, mely állítólag érintés által keletkezik, bizony arra nézve, hogy az electricus folyamat intenzitását magyarázhatja, de elengedő arra nézve, hogy a vegyi folyamat megindítsa, mert ezen gyenge electricus mennyiségű beáramlása által tetemesen erősödik a vegyi folyamat a vezetékben és ez által az electricus folyamat is oly módon, amint az egész és hőfejlesztés egymást fokoztat. Leginkább ellenmond aronban ezen magyarázat az erély megmaradás elvénél mely szerint erély semmiből nem keletkezik és olyan keletkezés volna az erős electricus folyamat skatartatása az érintésből, melyről a munka kéns. Itt electricus folyamat keletkezését úgy gondolatban mint a hő, valamint a vegyi egyensúlyt és egymáshoz áramló tömegek ismét utóbbi által nagy mozgásba jönnek, mely hő állapotukat képezi, úgy támaszkodik egy más előttiünk ismeretlen tömeg mozgás, melynek nyilvánvalóságát electricitáshoz mérjük.

Delarive és Faraday feltételeiből tehát az következik, hogy az electricus folyamat vegyi egyensúly skatartatása és pedig az erély megmaradás elvénél értelmez. Itt még csak azt kell megállapítanunk, hogy mikép?

Itt is kísérletek bizonyítják hogy több fémről vezetékkel állított elő abban electricus folyamat nem keletkezik mind addig, míg a vezeték egyik kiterjedésében ugyanazon hőmérsékletű és az a kívülről electricus folyamat okozó

erők nem hatnak, mert ha az erők semmi módon át nem alakul, az az electricus folyadékok mozgása elő nem állhat, és az electricus folyadékok mozgása legfőbb akkor történhetik, ha kívülről is hat erő. Ha azonban más okok általán véretekkel véretek, így folyadékokat csatolunk be fémek tövére, lassú vagy gyors, néha látható vegyi egyesülések keletkeznek, és mivel vegyi egyesülésnél a belső helyzeti erők kisebbednek kell, hogy az az elveszett helyzeti erők mozgási erőkkel alakuljon át; és csakugyan igazolva van, hogy ha az egész véretek nem elő okok általán, a véretekben electricus folyadék keletkezik és a míg a mozgató ok folytonosan tart, addig tart a mozgás is úgy, hogy véretekkel állítva elő, melynek belsőjében vegyfolyadék meggyógyul, az el. folyadékok mozgása áll be, mely tart, míg a vegyi egyesülés tart.

Ezzel együtt kimutathatók, hogy a vegyi folyamatnál a belső helyzeti erők kisebbednek, következésképpen kell elzárhatóanunk: Valamint az electricus folyadék vegyi hatásból származik úgy maga is képes vegyi hatásokat előidézni, melyekről azonban csak később lehet szó. Jelenleg csak annyit akarunk megjegyezni, miszerint az electricus folyadéknál kétféle vegyi folyamat van, úgy mint az mely magában az electricus folyadék keletkezésére szolgáló szerkezeten a galvan-elemben meggyógyul, és az mely a galvan-elemen kívül az electricus folyadék hatása alatt történik. Ezen a galvan-elemen belül és kívül történő munkát mindig belső és külső vegyi munkák különböz. fogjuk meg. Itt jelenleg csak a belső vegyi munkák akarjuk különösképp elemezni méltatni. E végére egy kivételhez folyamodunk. Egy galvan telephátal vízzel bontva el két csőben, melyekbe platin electrodek és ezek galvanometer segítségével kimutathatók, hogy minthát a két csőben a víz elemre bomlott, ha a galvan telepet, mely a víz elbontását okozta, kivájtuk és egyszerre véretek áramkötetét állítunk elő a két electrode közt ugyanecseta folyamattal elő, és hogy ezen folyamat irányát ellentéttesz, mely a víz elemre való bomlását okozta. Hogy ez csakugyan úgy van a galvanometer ellentett irányú kintire mutatja. Itt ekkor elő állított szerkezet valódi galvan elem úgy nevezett gáz elem, mely O és H nek vízzel való egyesülésével által működik, és mely folyamattal H és O csőekben eltűnnek, semmi vízzel egyesülnek, és a folyamat addig tart, míg van O és H , mely vízzel egyesül.

Az így összekapcsolt gázelem axon összeköttetésnek val-
 gálhat képiül, mely a belső vegyi munka és a külső köze-
 — vegyi egyesülés és vegybontás — jórall. A belső vegyi
 munka pozitív, mert itt a részecskék az erő irányában
 mozognak, a külső vegyi munka negatív, mivel a mo-
 gás az erők ellenében történik. Ha valamely vezetékben
 electricus folyám keletkezik, úgy az által az electricus fo-
 lyásoknak mozgásuk által mozgási erőt nyernek; a mozgási
 erőnek növekedése csak akkor lesz lehető, ha az er-
 vől egyidejűleg a rendszerben végre munka pozitív-
 és oly vezetékben, mely a folyám vegyi egyesülés által ke-
 letkezik, de egyúttal mind vegybontás, okok, az el. folyám
 létrejöttétől szükséges, hogy a vegyi egyesülés pozitív mun-
 kája nagyobb legyen mint a vegybontás negatív mun-
 kája, tehát hogy a vezetékbe csatolt galvan elemek vegyi
 munkái együtt véve nagyobbak legyenek az általuk okoz-
 talt vegybontás munkájánál. Egy ily H_2O gáz elem
 e szerint vezet nem bonthat, mert ez esetben egy gramm
 víz bontatnék el egy gramm víz keletkezése által, egyúttal
 val vegyi munka nem volna és így az electricus folyám erője
 semmiből keletkeznék. Egy gázelem axonban elkenyíti a jó-
 kaliumot, de csak azért, mert a jóskalium elbontásánál
 végre negatív munka kisebb mint a vele egyenértékű
 víz keletkezésénél végre pozitív munka. Tehát ily electri-
 cus folyámnaknál a belső helyzeti erő eltűnése vegyi e-
 egyesülésre fordítottatik.

Ha egy más kísérletet teszünk, ugyanazon eredménnyre fo-
 gunk jönni. Egy elemet állítunk össze zink és higított kén-
 sav, valamint üvegtől henger alakú lítaccas agyagedény
 által elválasztott vizen és salétromsavból. Ha most a gal-
 van körzülék vezetékét becsúszunk, magában a galvan lánc-
 latban bixangos vegy folyamat, tehát belső vegyi munka-
 fog, végre menni. A zink t. i. a könyeres vízből oxigént
 választ ki, végre lassan, de folytonosan égni fog. Az ek-
 ként keletkező egész termény, a zinkotól több a kén-
 savval egyesül, melyhez nagy vegyhatósággal bír, így
 egy só nemű testet a kén savat kénket képez, mely a fo-
 lyadékban újra főlolvad. A víz különben az oxigént, mely
 tőle elvonatik, axon salétromsavból pótolja, mely a vizen
 hengereket körülveszi, mely gárdag oxigén tartalmának
 egy részét könnyen átengedi. A galvan láncolatban
 tehát a zink a salétrom savban foglalt oxigén rovására

5.
kényszerűséggel és el. és belső erők, vagyis a
vegyszemélyi erők, melyek az ∞ egymáshoz birtak,
egyesülés vagyis egyes által egy új mozgási erőkkel változhat,
amely, mely, mely electricus folyadék ismét képes munka-
erőre, azaz fordítani, hogy H. i. Onak elégséges által veszt
teszt munkacím helyre állítsa.

Ély, melyen állnak elő a galvanfolyamok.
Ezvel kapcsolatban egyéves mind könnyű belátni azon
az erők megmaradását előrelátólag ellentéző jele-
netet, mely szerint vegytanból alkalmasával a folyadék
gyengül, azaz a kíváló alkalmas keletkező oly electromotori-
cus erővel ruházva föl, mely magával a folyammal ellen-
kező irányú folyadék áramlása képes.

Egy évenyest az erők megmaradásának elve a galvan
folyadék keletkezésénél vegy. uton. Tekintetbe véve az érin-
tési elméletet is, azt ezen az uton csak alképes fejthet-
nek meg, ha a galvan folyadék keletkezésénél az érintésnél a
közvetlen közelítés, nyomás v. eltávolítás által magga-
rák nőnek; mintán azonban mind ezeknél munka nem vé-
geztetett, s így erők sem fejthetők ki, melynek átalakulá-
sa által folyadék keletkeztetett volna, azért a galvan e-
lectricus folyadéknak érintés általi keletkezésének
magyarázatát kellőnek. Célolatul az előbbi magyará-
zatra felforrak ugyan Gauss (1844) telepe, mely ré-
sz is inkább is csövekkel állat. De ha nem is ismerünk eddig
vagy is a 2 fém közt valamely felkülső egyesülés végig,
Delarue szerint a víz, mely különben különféle tartat-
mú lehet, legalább megindítja a vegyi egyesülést, s így e-
zen eset sem áll ellentétben az előbbi magyarázattal.

b) Thermoelectricus folyadék keletkezése.

Itt érintési elmélet szerint két különféle fém érintésénél
feszültségi különbség áll be, a mennyiben az electricitás
nem egyenlően oszlik meg. Helmholtz ennek magyarázata-
ra az érintkezési sít mintához oldalon egymáshoz állt.
nében fekete réteget veszt föl. Itt azonban azon kérdés tá-
mad, milyen erő az, mely ezen a réteget, melyek semiféle
vagyis végtelen által minirenk egymástól elválasztva, aka-
dályozza, hogy electricus állapotukat meggyengítsék, és
mely azon felül, ha az electricitásnak más útja van a ki-
egyenlítődeikhez, azon mértékben, a minél által a különbség

6.
az érintkezési helyen kisebb volna, mindig is villanyosá-
got hajt a negatív oldalról a pozitívhoz, és így electricus
folyamat lehetségesnek tesz. Erre vonatkozólag Helmholtz
"Über die Erhaltung der Kraft" jében azt mondja: "Az első
osztályú vezetőkben (melyekben a villanyosság vezetése
electrolysis nélkül történik) minden töltés mennyi arány-
tóból vezethető le, hogy a külön bázis vagy anyagok kü-
lön bázis "conversio" kiának mindeket electricus távok (akár
egyik akár kettőt veszünk mindegy) és hogy ezen vonzerők
csak mértékben kis távolságban hatnak, míg az electricitá-
sok ugyanazt nagyobb távolságokból teszik. Itt érintkezési
erő" és ezen a vonzerők különbségében rejlenek, melyeket
az érintkezési helyhez közel fekvő fém részecskék ezen hely
electricitása gyakorolnak és electricus egyensúlyba lépnek,
ha egy electricus részecské, mely az egyiktől a másiktól
átmegy, eleven erejéből mit sem veszít vagy nyer.

Menyire valószínűsítlen ezen föltevés, már a galvan
folyamnat említtünk, hogy pedig a Peltier által észlelt
és ezeken még annál is inkább az, kimutatta Clausius, ha
már föltevés, állított fel is pedig: a ha már az érintke-
zési helyen a villanyos különbség képrése és föntartásának
hat, midőn a hőeresztés, melyet mi hűvösnek nevezünk
a villanyosság az egyik fémről a másikká hajtani szok-
szik és csak az akkora képernek electricus rétegek ellen-
szereje által, midőn ezek bizonyos súvóséget eljutnak,
megakadályozható.

Ennek megértésére képreljünk magunknak egy
láncot két fémről. Ha az egyikben egyenlő hőmérséklet
van, akkor az electricus különbségek mindeket helyen
egyenlők és a potentialis függvények mindeket fémben áll-
di és ekkor csak hatnak, a minz az az egyensúlyi helyzetnek
megfelel. Milyest azonban mindeket érintkezési helyen
a hőmérsékletet megváltoztatjuk, látnak egy folyamat, és
abból azt kell következtetnünk, hogy az electricitásra
vonatkozólag sajátos föltételek állottak be melyek
ket semmi más egyensúlyi állapot által nem lehet kielé-
gíteni. Ezen föltételek az előbbi föltevésből (Helmholtz
szerint) nem vezethetők le. Ha továbbá az electricitás
áramlását vesszük tekintetbe, úgy az előbbi föltevés sze-
rint a lánc minden részecskéje annyi electricitást von-
na magához, a mennyi az o "momentális vonzerőjének
megfelel és addig magánál tartaná, míg a hőmérséklet

7.
seklelet, sioranyok, ugyanazok maradnak.

Enn következetest meg következoleg mondhatjuk ki. Ha egy anyag p. fém különbozo hőmérséklet mellett, különbozo vonzerovel birna az electricitashoz, úgy ugyan azon anyag illetőleg fém két különbozo hőmérsékletű része egyen olyan hatást szülne, mint két különbozo fém egyenlő hőmérséklet mellett úgy, hogy ezek közt is electricus különbség támadna s így a thermoelectricus lánc részekenél a hőmérsékleti különbség éppen úgy hatna, mint több anyag is fémegyenlő hőmérséklet mellett.

Itt többi föltétel mellett azonban azon vajalságos eset áll elő, hogy egyrészt az electricus differentiatk különfele sege az érintkezési helyeken szükségessé teszi, hogy a potenciális függvény az egyes fémek különbozo részeiben különbozo értéke, és hogy más részt minden egyes fémnél az electricus állapot, úgy törekedik kiegyenlítődni, hogy a potenciális függvény annak minden részében ugyanazon értékkel bir. Enn két föltét egyensúlyi állapot által egyidejűleg nem teljesithető, hanem egy folytonos áramot föltételezünk, amely azt a valóságos eslelet igazolja.

Itt hűlánc azon részeit, melyekben maga a hőmunkát, midőn vagy az electricitást, bizonyos irányban tereli, vagy a jelen mozgás ellen törekedik, minden tökéletes hő által hajlított géppel hasonlíthatjuk össze. Amint p. a gép által egy súly emeltetik, tehát a nehézségi erő ellenében mozgatható, mi mellett a nehézségi erő negatív munkát végez, éppen úgy itt az electricitásnak mozgást kell tennie, mely az electricus erővel ellentéző, és mely mellett az negatív munkát végez. Itt mint azt továbbá a súly, esni, tehát a nehézségi erőt követni engedjük, mi mellett az munkát végez, mely az előbbivel egyenlő, és melyet különbozo hatások kivételével használhatunk; úgy az electricitás is szintén visszaáramlik a mennyiben a homogen vezetékön belül az electricus erő követicé mellett végzett munka szintén különfele hatásokra használható, mint az electricus folyamokból mechanikai hajtóerőt nyerhetünk. Itt mi továbbá az ismét egyértelmű társelőrelbítés végett a megmozgató föltételeket, melyeknek a folyam hatásait az előbbinél alavezettük, megfelelő módon a gépnél is akarjuk bevezetni, fél kell tennünk, hogy a gép összekommunikációsége csak a valódi legpontosabb fordítható. Enn esetben a valódi által éppen annyi hő fejthető ki, mint a mennyi a gépben elhasználtatik. Ez a hőerővel össze-

hasonlítható rendszer előírás végén a szülődő testeket
mint a gépek tartókat tekintjük, akkor ezen rendszer-
ben a kö sem nem vész el sem nyeresítik, ami az erély meg-
maradási előíratai tökéletesen megfelel.

c) Inducáló folyamatok keletkezése.

Ha vesszünk két A-B vezetékkel, melyek egyikében p. A-ban
villanypolyam kering, és a másikat ehhez közelítjük, és ettől
eltávolítjuk, azt fogjuk látni, hogy - ha A-ba galvanorre-
test kötötünk be, abban is villanypolyam indul meg, mely a kö-
zelítésnél az eredetivel ellenkező, távolításnál azzal ugyan-
azon irányú. Ugyanazon eredményre jutunk, ha a folyamat
A-ban hirtelen beárjuk vagy megnyitjuk, mi nem más mint
ha vezetékkel végtelen távolból gyorsan egy folyamattal
átáramlott vezetékhez közelítésnek vagy attól végtelen távol-
ságra eltávolításnak. Az A-B vezetékben keringő folyam-
at új folyamra nézve induáló - a B-ben vezetékben keletkező
új folyam induáltnak nevezzük. E tapasztalatok a
lapján vizsgáljuk meg mostan, miképp lehet a villanypoly-
amok a nemre is az erély megmaradási előíratai alkalmat-
os. Ez esetben indirekt bizonyítással akarunk élni, a magy-
arban az ellenkezőt vesszük azt láttva, hogy a közelítés-
nél egyenlő irányú folyam keletkezik. Képzeljük a két
vezeték egy másiktól nagyobb távolságra elhelyezve, me-
lyek egymást, mintan bennük a földelés szerint ugyan-
azon irányú folyam kering, vöröset fogják; a folyamnak
a vöröses a közta mozgás - közeledés - köiben nagyobb-
nia kell, még pedig annál nagyobb mértékben minél
jobb közelednek, tehát a folyam erősödik és közele-
dés is történik munka végeztetik a közeledés által és
még az első akkori elektrikus folyamatok mozgási erélye is
növekedik. Hasonló eredményre jövünk, ha a másik
szármány ellenkezőjébe állítjuk, hogy a távolításnál
ellenkező irányú folyam keletkezik. Ezért a két ve-
zeték folyamai mint ellenkező irányúak egymást ta-
skítanak és egyaránszint erősödnek és mi által
ismét munka végeztetik és mozgási erély is növeked-
nek. E két földelés helytelensége eléggé bizonyítja
az előbbi állítás helyességét.

211. lap
g.m.

Melt. b. Eötvös Loránt
ors. Közp. tanárvirsg.
bizottsági tag úrnak

Medriczky. Pál.
mellékelt dolgozatáról
elő bírálatát kérem
ezen íven legfeljebb két
hónap lefolyása alatt velem
közölni, és a dolgozat el-
fogadása esetén a rárhe-
lyi feladványt is kitűr-
ni.

Budapest 1878. sept. 14.

Shaner
az ors. Közp. ta-
nárvirsg. bizotts.
elnöke

MÁGYAR
TUDOMÁNYOS AKADEMIÁ
KÖNYVTÁRA

Miként és mennyire az érelly megmaradásának clue azon tapasztalati törvényekben, melyek az electricus folyamathoz (galvan - , thermoelectricus - , inducált folyamathoz) költözését a külvilág hatásait szabályozzák?

Petőri Lóránd

211. lap.
gfm.

Mélsóságoz be. Eötvös
Loránt orsz. tanár
vissz. b. tag úrnak

Madriky Páván szemé-
re a terméskerttan-
ból, mint mellék-
súlyból is házi felad-
vány küldök

Budapest 1877. jan. 3.

Szonettig
az orsz. R. & v. b.
elnök.

II.

a) A galvanfolyamok hatásai.

Mielőtt azon körvénzekről szólánánk, melyek a galvanfolyamok hatásait szabályozzák, szükség van arra, hogy először becsátani azon viszonyosságot, mely egy elemben véghezmenő vegyi folyamat és a villanyfolyam hatásai között létezik.

A villanyfolyamot indító elemben vegyi folyamat megy véghez - mely nem hővesztéssel fejeződik ki, melyet kifejezhetünk, ha más körülmények között létrejönne. Itt vesszük azen, ezen vegyi folyamatnál a tömés csökkenését által végzett munkát elhasznált munkának. A villanyfolyam a maga részéről a vezetékekben hő fejeződik ki, midőn az ellenállást legyőzi. Ha a folyam valami más nemkívül hatást nem tesz, akkor a kifejtett hő az elhasznált munkával egyenértékű. - Ha ellenben a folyam más külső munkát végez, p. vixet tesz vagy gépet hajt, akkor a villanyfolyam gyengül és így a hőfejlesztés kevésbé lesz. Itt is ugyan az a viszonyosság áll egy máshoz, ezen két mennyiség, vajjon a kifejtett hő - mennyiség egyenértékű-e az elhasznált munkával, vagy vajjon a mi elvontuk stb. van-e többlet az elhasznált munkánál, mely semmi egyenértékűnek tekinthető a külső munkával?

Ha a folyam intenzitása, midőn az külső munkát végez, fogy, akkor fogy egyaránt a vegyi folyamat is pedig egyaránt a kifejtett hő pedig növekszik viszonyban. Itt tehát kétségtelenül a kifejtett hő mennyiségnek kisebbnek kell lennie, mint az elhasznált munkának. Az elemben végzett munkánál tehát többlet fordul elő, mely a külsővel végzett munkával egyenértékű. Legyen a a hőtterménység, mely egy galvan elemben oly folyam által, melynek intenzitása egy, az időegység alatt elég. Ha az n elemből álló telephelyen I intenzitású folyam által elhasznált hőtterménységet L -vel jelöljük, akkor kíváncsi egyenletet kapunk:

$$L = anI.$$

A többi vegyi folyamat, melyek a hőtterménység kisebbik a különböző elemekben különböző és éppen úgy áll a dolog az elemekben elhasznált munkával is. Legyen egy súlyegységű hőtterménél elhasznált munka e , oly munka egység, mely az elemek stb. más és más. Legyen továbbá W a munka, mely az egész telephelyen az időegység alatt végeztetik, ha a folyam

intenzitása I . Akkor áll:

$$W = e L = a e n I \quad 2)$$

A hőmennyiség, mely a folyam által a vezeték ellenállásánál kifejtetett, lesz:

$$H = A v I^2 \quad 3)$$

hol a a vezeték ellenállása, A pedig azon állandó jelölő, mely a hőnek mechanikai egyenértéke. Ha a vezetékben semmi külső munka nem végzetik, akkor a folyam oly intenzitásán lesz, mely szükséges, hogy a kifejtett hő az elhasznált munkával egyenértékű legyen. Ha tehát W és H , W és H nak külön értékei, melyek azon feltételnek megfelelnek, lesz

$$H = A W, \quad 4)$$

mely egyenletből I meghatározható.

Az előbbi egyenletek segítségével ezen egyenlet átmegy

$$A v I^2 = A a e n I \quad 5)$$

egyenletbe, melyből

$$I = \frac{a e n}{v} \quad 6)$$

melyben $a e n$ mennyiség az, midő villanyindító csövek vezetünk.

Tegyük föl, hogy a folyam külsőleg munkát végez is az intenzitása i mennyiséggel kisebb. Ekkor még kedvencs feltesszük, hogy ezen kisebbítés állandó, mert ha változó volna, akkor az időegység helyett az idő elemét kellene csak tekintennünk. A folyam jelenlegi intenzitása lesz e szerint:

$$I = I_1 - i$$

Ha ezen értéket a 2) és 3) ba bevezetjük, kapjuk:

$$W = a e n (I_1 - i) \quad 7)$$

$$H = A v (I_1 - i)^2 = A [v I_1 (I_1 - i) - v i (I_1 - i)] \quad 8)$$

Ha az utolsó egyenletbe i helyett annak értékét 6) ból helyettesítjük, írhatjuk:

$$H = A [a e n (I_1 - i) - v i (I_1 - i)]$$

és a 7) szerint

$$H = A [W - v i (I_1 - i)] \quad 9)$$

Ebből látható, hogy a kifejtett hő kisebb, sem hogy az elhasznált munkával egyenértékű legyen.

Az utóbbinak, t. i.

$$v_i(\bar{C}_i - i)$$

kifejezésnek különbsége axon esetében, mely a külsőleg nyeltek munkájának megfelelő.

Ezen úggy találjuk, hogy axon esetében, midőn külső befolyás ugyan a folyam intenzitása nagyobbodott, a kifejtett hő a telephelyen elhárult, munkáj felülmúlja. Ezen esetben a mennyiség plusz jellel vesztjük be, mi által q hő

$$H = A[W + v_i(\bar{C}_i - i)]$$

Ha a vezetéknek, melybe a folyam indukáltatik, miniren saját folyamindítója, akkor $W = 0$ és $\bar{C}_i = 0$ leszünk, mi által az egyenlet

$$H = iAv_i^2$$

be megy által, mely egyenlet ugyanaz egy indukált, mint a tet-
sős oxonit folyam skálára.

Itt megemlíthetjük még axon munkáj mely az electricitas áthajlásánál a porosus falon át végzetetik, s mely oxonit úggy meihető, mint más vezetékben. Itt kell axonban tennünk, hogy az electricitas csak electricitásra hathat, és a tömcserek csak annyiból, mennyiben azok electricusok.

Ezen tömcserekre átvitt hatások axonban a porosus falnál részben mások, mint egy vízre függő folyadékban. A munka erőnek egy - legtöbb esetben pedig a legnagyobb - része arra használtatik, hogy a vezeték ellenállását a tömcserek kontása és egyesítése és a rész tömcserek ellenkező mozgata mellett legyőzze. A munkának ezen része a falon belül hővé változik. A munkának másik része a folyadék mozgataására fordítottatik, miképféle képen történhetik. Tekintetbe kell vennünk, vajjon a folyadék az átmenetnél a falon talál-e ellenállásra, melyet mint hydrostatikai nyomást képzelhetünk, vagy nem. Ha nem, akkor csak a smitől függő oxidáló, és akkor a munkának ezen része is hővé alakul. Ha azonban van ellenállás, mely axonban nem elegendő arra, hogy a folyadék mozgását megakadályozza, akkor a folyadék áthajlása fordított munkához szükséges, mert kevesebb folyadék meggátal, és axon munkájának csak egy része alakul hővé, és a másik az ellenállás legyőzésére fordítottatik, vagy mint mondhatjuk, a hydrostatikai ellennyomás negatív munkája által fölemésztetik. Ha az ellenállás oly nagy, hogy az áthajto erő, ellenulkozó és így a folyadék nem meggátal, akkor a munkának erre vonatkozó része is null. Rése-

foglalva ezen eseteket mondhatjuk: minden két-határesetben, midőn semmiféle ellennyomás nincs, v. az ellennyomás oly nagy, hogy semmi átmenetmennyen, az electricus erő által végzett munka hővé alakul át; a közbejött esetekkel ellenben a munka egy része a hydrostatikai ellennyomás leggyörséire fog fordítatni.

Ha az electricus folyom két fémre vezetettik, úgy ezek érintkezési helyén hőméséklet, különbség áll be. Képzeltük magunknak az érintkezési helyen két electricus réteget, és nevezzük ezeket, valamint az azok között levő részt átmeneti réteggnek. Itt ezen a rétegen feltűnő hőméséklet különbség maggyarászása kell bizonyos megfelelő, végzet pozitív v. negatív munkát kimutatniuk. Helmi holttá szentek az ezen a térben leli electricus részecskéire két különbségű erő hat: először egy tisztán electricus erő, midőn a részecske a két electricus réteg között az egyikről onnatik, a másiktól távolítatik, másodszor a tömcső erő, midőn a részecske a mindkét oldalán levő különféle tömcsőektől különbségű erővel onnatik. Midőn az egyensúly helyre állott, akkor ezen két erő hatása egyenlő, úgy hogy a részecske átmeneténél éppen oly nagy munka végzettetik az egyikről minő a másiktól, vagyis a pozitív munka egyenlő volna a negatívval és azért mozgási erő sem el nem veszne sem nem nyeresznie. Itt a rangsor alatt azonban az electricus erő nagyobb vagy kisebb mint a molecularis erő, úgy hogy az electricus részecske majd ezt, majd azt követi. Ezen viszonyt legjobban kimutatjuk az által, hogy az egyensúlyi állapotban egymásra ható egyenlő erőket most is változással megstartjuk, azankivül azonban még egy kis electricus erőt harmadiknak csatolunk be, amely egyik vagy másik oldal felé irányul és csak arra vizsgál, hogy az ellenállás, az átmeneti rétegen belül leggyörsé, és így az electricitást mozgásban tartsa. Ezen erő ugyanaz, mely egyenlő intenzitás mellett egy homogen rétegetnek egyenlő ellenállásu rétegében vándorlás és így a végzett munka is kifejtett hő sem lehet más, mint az, mely egy homogen vezetékben előfordul, és mely a vékony réteg oly csikely ellenállása mellett elhanyagolható. A hőméséklet különbség tehát ezen az úton meg nem maggyarázható.

A másik fűtőeszből indulva ki, mely szerint a hő az, mely az átmeneti rétegen belül az electricitást az egyik oldalról a másikra hajtja, és ez által az electricus erő ellen működik, - így találjuk, hogy az egyensúlyi állapotban ezen törekvő az electricus erőből compensáltatik; az áramlás arányában az utóbbi, mint említettük, nagyobb v. kisebb és ez által az electricus folyam egyik vagy másik irányban megindul. Ezzel az electricus folyam bizonyos pozitív v. negatív munkát végez és ezen munka jól nem emészthető egy más egyéb ellenérté munkája által, mivel fűtőeszünk szerint más egyéb nincs jelen, hanem a hataásokkal, melyeket annak tulajdonítani kellene, a hőnek, tehát egy mozgási erőnek kellene végeznie.

E szerint az egész munkának kell, hogy a mozgási erő egy egyenértékű naggyobbodása és kisebbédése megfeleljen és ebből következik, miután a mozgási erő itt csak hő alakjában fordul elő, a Peltier által észlelt hőmérsékleti különbség. E helyzetet az átmeneti rétegen legjobban az azal hasonlíthatjuk össze, midőn egy kiterjeszthető burkolatban lévő gázmennyiség külső nyomás által összenyomtatik, míg tömésének hőmozgása az kiterjesztési irányba történik. Ha a külső erő, mely előbb a hő kiterjesztési törekvéssel egyensúlyt tartott, naggyobbítatik vagy kisebbítetik, akkor a gáz összenyomódik v. kiterjesz, a mellett bizonyos pozitív v. negatív munkát végez és egyensúly mind a gáznak megfelelő egyenértékű hőmennyiség kiterjesztetik v. megsemmisítetik (itt a pozitív és negatív munka más erőre van vonatkoztatva.)

Ebből kitűnik, hogy - ha 2 fém érintkezési helyén hő által okozott electricus különbséget fűtőeszünk azután a folyam által okozott hőmérsékletemelkedés vagy csökkenés annak arányosképpen következik ménye. Ez szerint megfordítva az utóbbi esetet is azon electricus különbség jelenlétének és egyensúly mind mértékének bebizonyítékant tekinthetjük.

Ha még más kísérletet teszünk, nevezetesen ha platina huzalt vesszünk egy hőmérő csőjében, hogy az nagyon erősen fölmelegedjék, de hogy irányba ne jöjjön; ha ezen huzalnak valamin réstől hideg vízbe merítjük, akkor a kívül álló rések azonnal irányba jönnek. Ha egyen tömenny az egyéb megmaradásával összehasonlítjuk, következőleg járunk el: a huzal a folyam által bizonyos mé-

töképen főthevítettetett nélkül, hogy vízársba jöhetett volna; ha most a huzaleggik felét lehújjuk, akkor ezen részeknek ellenállását kisebbítjük, mi az electricus folyam intenzitásának nagyságát okozza, és ezzel azt ejtik el, hogy a lenem hűtött részen nagyobb intenzitású folyam ömlik át mint a másik részen. Ebből egykétsz mind kitűnik, hogy a főtmelegedés nem csak az ellenállástól hanem az intenzitástól is függ. És a salátta, hogy a villany-roham által a verecsékben kifejllesztett hőmennyiség az intenzitás negyzetével és az ellenállási képenéggel arányos, és mint az már előbb jelesve volt. itt egyenlet így alakul:

$$H = H_0 I^2;$$

E kifejezésben H_0 arányossági skordinata jelentőse-ge igen könnyen kitűntethető; és ugyanis a kifejllesztett hőmennyiség azon érték, ha $I = 1$ és $v = 1$; vagyis azon hőmennyiség, melyet az intenzitás egysége az ellenállás egységével biró vezetékben kifejt. Ekkorán pedig a kifejtett hőmennyiség exaktíval még az átalakulás idejétől is függ és azzal arányos, acent még áll:

$$H = H_0 I^2 t.$$

E törvényben csakis az exely általakulási forog jön. Itt „ellenállás” tulajdonképen annyit test, movement a verecsék, melyen az electricus folyam áthatat az electricus folyadék mozgását akadályozza, sebességüket kisebbíti és az exely egyike nemének, az el. folyadékok mozgási exelyének kisebbítése lecsa, és ezen exely nem vesztet el, hanem más alakban kell föltépniz és csak ugyan jól is lép mint hő; azon exely mely mint az el. folyadékok mozgási exelye eltűnt, itt hő alakjában nyilvánul és a verecsék hőmennyiséinek mozgásává alakul át.

Eddig ugyan érintve volt az ársz függés az electromotricus erő és azon mennyiség között, a melyet a roham intenzitásának nevezünk, kell azonban hogy ezt közelebbről kifejtünk. Erit ősszefüggés, Ohm állította fel 1827-ben a róla elnevezett törvényben, mely erőte számos kitűnő kísérlettel megöröszítetett és újul bebizonyítottatott s tovább is kifejtetett a természetben egyik legfontosabb és legkitűnőbb részeit képez. Itt törvény úgy hangzik: az electricus folyam intenzitása egy egyvezetékben és vezetékben vagy annak valamely részében arányos az electromo-

miu erővel s fordítva arányos egy a vezetõ nemétõl függõ kifejezéssel azaz

$$I = \frac{E}{W}$$

hol I az intensitás, E az electromotoricus erő, W pedig a vezetõ nemétõl függõ kifejezés, mely itt az ellenállás nevével is el lehet nevezni, mivel mint a képletből látjuk az intensitás W kisebbedésével nagyobbodik, W nagyobbodásával kisebbedik, hogy ha már képletben bocsátjuk, s ha E , mely az intenzitást nagyobbítja, mint oka az intenzitásnak, úgy W olyan valami, ami azt kisebbíti, s mi annak ellenáll, s azért ellenállásnak nevezzük. Ha már most az electromotoricus erõt által végzett pozitív és negatív munkát tekintjük, úgy találjuk, hogy a negatív munka a pozitív munka rovására nagyobbodik, azaz mintha az ellenállásnál a mozgás erője ellenében történik, minél nagyobb az, annál kisebb a másik és megfordítva úgy, hogy az intenzitás akkor volna a legnagyobb, ha a negatív munka azaz az ellenállásnál kifejtett erő zérus. Minthát a huzal több egyenlõ részre osztottak gondolhatjuk, egészen természetesen, hogy a hosszabb huzalnál a szer nagyobb az ellenállás, ugyanazon keresztmetszet mellett, vagyis az ellenállás ismét a huzal hosszával arányos. Innen van, hogy nagyobb intenzitás elérése végett, mindig rövidebb vezetõket használunk, hogy az el. erõt a tömeg erõt által ne kisebbítessék, mely ugyan megmarad, de már bizonyos átalakuláson menven keresztül, céljainkra nem alkalmasak.

Ezen törvény csak az egyidejűen zárt vezetõkre nézve áll, olyanokra nézve, melyekben megosztás nincsen, hanem melyek egymás után következnek. Sokszor azonban olyan vezetõket kell elõállítanunk, melyekben elágazások vannak, ezekre nézve a folyám intenzitása egyidejű törvényekben fejeztetik ki, melyek Kirchhoff nevével is el lehet nevezni. Ha ugyanis bármely keresztmetszet mellett, bárhogyan elosztott electromotoricus erõvel egy csoportja a vonalas vezetõknek egy pontban jön össze, akkor az összekötési pont felõl áramló folyámok intenzitásának összege egyenlõ az attól eltávozó áramok intenzitásának összegével, vagyis az egy pontban összejövõ folyámok intenzitásának

összege 0; ha ismét csak az erély megmaradásának elvét látjuk kifejezve. Minden elmélet nélkül ugyanis beláthatjuk, mivel a stationár folyamatnál a folyadékok soha sem gyűlhetnek meg, okvetlenül kell, hogy az áramköti pontba az időegység alatt, ép annyi folyadék jöjjön, mint a mennyi ismét eltávozik, s miután továbbá az electricus erély sem külsőleg sem belsőleg át nem alakult, kell, hogy az eltávozó folyamat éppen olyan erellyel bírjon, mint a jövőké.

Ha azonban oly vezetéket veszünk, melyek tetraédraes alakú vezetékcsövekkel vannak össze fűzve s melyek többé nem egyszerűen zárt vezetékkel képeznek, hanem olyan, melyek külön-külön pontjaiból mindenféle elágazó vonalas ágai vannak, hőt lehet a vonalas vezetőknek mintegy hálózataival valógnak: akkor egy új törvényt kell alkalmaznunk, mely Kirchhoffnak második törvénye is mely következőképen szól: valamennyi egy zárt hálózatot képező áramkörök intenzitásainak és ellenállásainak sorozatából képezett összeg egyenlő minden a áramkörben működő electromotoricus erőök összegével, vagyis

$$\sum iW = E$$

vagy még

$$i_1 W_1 + i_2 W_2 + i_3 W_3 + \dots = E$$

E két tétel valamennyi lehető elágazást foglal magában, mivel minden elágazás tulajdonképpen nem egyéb, mint az Ohm fele törvénynek általánosítása, s megadja ezek úgy vehető, hogy az egyszerű vezetőkbe folyamat történik, vagy elvisszük. Ha tehát ezen törvényt az egyszerűen zárt vezetőkre alkalmazni akarjuk, akkor azt mondhatjuk ki, hogy valamennyi vezető részben, az elágazást elvéve, az intenzitás ugyanaz lesz, mivel minden keresztmetszetben az időegység alatt ugyanazon folyadék-mennyiség halad át. Tehát

$$i \sum W = E,$$

miből

$$i = \frac{E}{\sum W}$$

Valamint tehát előbb úgy most ismét az erély megmaradását. Ezt úgy nevezett ellenállásnál azon ban még egy saját-

vezetőségre kell tekintettel lennünk. Ha ugyanis a fo-
lyam intenzitását a oxoba hőmérsékletén mérjük,
és oxuban ismét külön vezetők mellett, lénye-
ges különbséget találunk, miből azt a következtetést
vonhatjuk, hogy az ellenállás meghatározásánál a hő-
mérsékletre is tekintettel kell lennünk. Ezt különben
már a priori követelhetjük volna; az electricus áram
ugyanis azt okozza, hogy a vezetők fölmelegednek; a ve-
zetők fölmelegítése a folyammati munkája; ha úgy ven-
nők, hogy a hőmérséklet növekedésével az ellenállás ki-
csodlik, akkor egy képteleniséghez jövünk, mivel a hőmér-
séklet, mely a folyam által okoztatik, nem más, mint az
el. folyadékok mozgási erély ének átváltása hőeréllyé,
és az nem lehet, hogy az erély egyik neve a másik erély-
nemmel növekedjék, mi a végtelenségig tarthatna.

É Megállapítandó még, milyen össze függésben
van az ellenállás a vezető többi méretével és anyagá-
val. Találhatott, hogy az ellenállás a hosszúsággal a má-
méretű testeknél is egyenesen, a keresztmetszettel pe-
dig fordítva arányos, azaz

$$W = k \frac{L}{Q},$$

hol k arányossági oxoró, a különböző anyagokra és hőmér-
sékletekre nézve különböző, L a hosszúság, Q a keresztmet-
szet. A folyam stationár lévén, kell hogy bármilyen alaku ve-
zetőnek minden keresztmetszeten ugyanazon idő alatt a folya-
dék ugyanazon mennyisége ömöljek át természetesen nem e-
gyenlő sebességgel. Mivel pedig a kisebb keresztmetszetű
vezetőben a folyadékok nagyobb sebességgel áramlanak — mint
a oxükebb méreű folyónál a víz — természetesen, hogy ott az
ellenállás is nagyobb, minth a külső hatások és különben
is megfelelnék. Itt mi az anyagot illeti, oxükevésképen kell,
hogy az ellenállás más legyen, it különböző anyagok töme-
geinek különböző elhelyezkedése, a különböző tömegmozgás
az el. folyadékok mozgási erélyével szemben mindig ténye-
zők, melyek az egyenlő ellenállást lényegesen módosít-
ják. Ezekből látható, hogy a lehetőleg, nagy hatású rohamok
elérésénél az említettekhez különös figyelemmel kell len-
nünk, azaz a vezetőknek oly beosztását adnunk, melyben
az electricus folyadékok mozgását akadályozó tényezők, le-
het az ellenállás lehetőleg kisebb legyen, hogy az el. folya-
dékok mozgási erélye az a mértéknek megfelelő-

leg is ne máskepen alakuljon át.

Itt az a galvan folyamat keletkezésénél említettük, miként a galvan folyamatnak vannak vegyi hatásai is. Ezekre most még egyszer visszatérünk. Itt el. folyamatokat vegyi folyamatok alkotják, melyeknél mindig vegyi egyesülési történetük. Ezen el. folyamatok, a mint láttuk semmit vegyi folyamatokat hoztak létre és pedig vegy-bontásokat. Ezen eredmény elégé terjed ugyan az elély megmaradási elemeit, a mennyiben itt a két elem vegyi elély el. folyamatok mozgási elélye és exisszencia a vegyületből kibocsátott elemek vegyromlásban nyilvánuló elélye alakult áttal, azonban tekintve a teljes közlelőről. Valamint a thermoelektronban a hőkezelési abban egy oly electromotorikus erő indít, mely ellenkező irányban folyamatot hoztat, úgy a vegyi egyesülés is egy rohamos létesít, mely ellenkező irányban a vegy-bontást létrehozó rohammal. Ezt a tapasztalat igazolta és eleink szerint nem is lehetett máske. Ha ugyan a folyamat ugyanazon irányban volna, az előbbi erő is, minthelytán mozgási elély itt semmitől növekednék.

Ha most az ott előforduló mennyiségek viszonyát megalapítjuk, meg kell határoznunk az erő függését a folyamat intenzitásától és az általa okozott vegyi hatás közlő. Kisebbségben, a mint azt előre várhattuk volna, találtatott, hogy a folyamat hatása áttal kiválthatott alkalisokak mennyisége a folyamat intenzitásával arányos, mely szabály specialisan a vízre alkalmazva még újabb megerősítésként ki: az erőegység alatt elbontott víz mennyisége a folyamat intenzitásával arányos. Ezt képletileg következőképen fejezhetnénk ki:

$$e = c i$$

hol e az elbontott vegyület mennyisége, c pedig arányszáma száma, mely áttal függ, microda electrolyt és elec. Gradvettünk a kísérlethez. Ezen képlet még világosabban fejezheti ki az előbb említett elély átalakulását.

Ha most az eredmény nem felel meg a számításnak, azaz az intenzitás szembeesőleg függ, annak oka az előbb említett ellenkező irányban folyamat (gáz-elen), mely a főfolyamat hatását gengíti, mit polarisationnak nevezünk. Hasonló ezen ténymény a késsőbb említendő indukált folyamatnál az extracouranttal.

b) *Electromotricus folyamatok hatásai.*

Exen folyamatok szintén csak az erő átalakulása által keletkeznek, előre várható, hogy hatásaikban az ellent c-
 helynek megfelelő erő mennyiség fog kifejezteni. Itt hőmé-
 nyugánis kév. több elem vegyi erő, magis erő és alakul
 at, mely ismét az electricus folyamatok magis erővé
 változik. Ekkor exen folyamatok azonban nagyobb részt csak
 keletkezésre nézve különböznek az előbbiektől, az előbb
 felforralt törvények ezekre nézve is alkalmazhatók.
 Sajátos hatáskepen megemlítendő a hővezető: Ha a ther-
 mooclopon keresztül folyamat vezetünk, akkor a külön bö-
 ző válasz felületet külön böz hőmérsékletet fogunk fol-
 venni. Ekkor a folyamat által hőmérsékleti különbség
 hozatik létre, mely maga is képes folyamatot előgáltat-
 ni, s mit a galvanometer kiütése bizonyít. Itt kiütés i-
 rányában azonban eltérést fogunk látni a mennyiben
 ha az eredeti folyamat által okozott kiütést a thermooclopo-
 ban keletkezett folyamat által létrehozott kiütéssel össze-
 hasonlítjuk, a kiütés iránya is nézve ellentéző lesz, az-
 az a thermooclopo saját rohamának iránya ellentett a-
 val, mely a thermooclopot oly állapotba hozta, hogy az folya-
 mot előgáltatott. Ezt úgy fejezhetjük ki, hogy a thermo-
 oclopon keresztül vezetett folyamat a thermoocloponban
 oly electromotricus erőt idézt, mely ama el. folya-
 mot ellentett irányban működik, azalatt azt is, hogy
 ellentett irányú folyamatot előgáltat, mi nem egyéb mint
 az erő megmaradása. Ha ellentézőleg ugyan a thermo-
 oclopon egy ily folyamat áthatva, magával egy irányú
 folyamatot hozna létre, exen folyamat azt jelentené, hogy az
 átváltozott folyamat magát erősíti azaz növekszik a
 nélkül, hogy valami hozzáadnánk; ha így állna a dolog,
 hogy a folyamat ugyanazon irányú electromotricus erő-
 ket szelne, akkor a válasz felületek ezeknek megfelelő in-
 telumban jönnének hőmérsékleti különbségbe. Itt is az
 ellentéző történet, a mennyiben a hő kifejezés a folyamat in-
 nyával ellentett intelemben hat; itt tehát az oclopo elec-
 tromotricus ereje kisebbítették is az a folyamat hatáske-
 pességét gyengíti. Beláthatni ennek folyán azt is, hogy
 ha ilyen thermooclopon a folyamat hirtetebb ideig meg-
 tartam akarjuk, akkor avval folytonosan hőt kell hő-
 zolnunk, mivel maga a keletkező folyamat azon törek-

vissel bír, hogy a válassz felületeket az ellenkező hőmérsékletre hozza. Az electricus különbségek tehát csak addig tarthatnak, a meddig a hőmérsékleti különbséget fentartjuk.

Ha most azon viszonyt keresnénk, mely az electricus és a hőmérsékleti különbség közt fennáll, azt találjuk, hogy a folyam intenzitása arányos, az egymásra kölcsönöző válassz felületek hőmérsékleti különbségével, ha tehát p . a párosítlan sorozatban válassz felületek hőmérséklete t_1 , a párosoké pedig t_2 , akkor

$$c = c(t_1 - t_2),$$

hol c tényező a thermoskloptól és a hőmérsékleti különbségtől függ. Ezen képlet ugyan csak megközelítő, lényegében azonban az exely megmaradás elvének megfelelő.

c) az indukált folyamatok törvényei.

Lenz jéle törvény:

"Egy zárt vezetőnek mozgatása által, valamely zárt folyamánnyában, abban oly irányú el. folyam indukáltatik, melynek az indukáló folyam electrodynamicus hatása által éppen az ellentéző irányú mozgása a vezetőketnek okoztatvánk, mint a melynek ezen folyam indukáltatik."

A termoelectri erő hatásai folytán a vezetőnek eltolatása által munkavégzőtétek, mely a folyamban oly munkaképességet szül, hogy a vezetők eredeti helyzetébe jöjjen vissza. Ez folyam mint electricus is csak villamos területre hat, a vezetőben tehát oly irányú folyamot indukál, melynek hatása az előbbi munkának megfelelő. Ezt azonban csak ugyanazon irányú folyam teheti, onnan tehát a folyamnak egyenlő iránya; közelebbi körben olyan folyam indukáltatik, mely távolítást okoz. E törvényt tehát rövidebben még úgy is mondhatjuk láni: valamely mozgás által indukált folyam az ellentéző mozgás létrejöttére képes.

"A folyadék mennyisége arányos azon munkával, mely a vezetők mozgatása által az electricus erő irányában végzettetik."

Ha ugyanis egy solenoidot tengelyének irányában egy labanyira távolítunk az indukáló folyamtól, akkor mindig ugyanazon folyadék mennyiség fog indukál.

látni, akár lassan, akár gyorsan, akár egyenes, akár görbe pályán történt ezen helyzetváltorás. Erre vonatkozólag csak vissza kell gondolnunk a mechanikai munkára, melynél az idő nem vetetik tekintetbe és minjárt be fogjuk látni a feláldított előzinyességét. De még jobban kitérünk az, ha a mondottakat részletezzük. Neveljünk az induciós tekercsen áramlós folyamnak intenzitását és mit fogunk látni? Itt, hogy annál nagyobb lesz az induciós folyadék mennyiség, mivel-mennyel nagyobb az induciós folyam intenzitása, annál nagyobb erő fog kifejtetni az induciós tekercs minden menetére; tehát e a folyadék mennyiség arányos a folyam intenzitásával I -vel. Ez áll egy menetre, de miután egy más menet ugyanazon hataással lesz a véretekre, beláthatjuk, hogy mennyel több vált menete van az induciós tekercsnek, annál több erő fog ezen erő kifejtetni; ha tehát a véretek számát N -nel jelöljük, azt is mondhatjuk, hogy az induciós folyam keletkezésénél végzett munka arányos még a menetek számával. Ugyanazt mondhatjuk az induciós tekercs meneteiről, melyekről tudjuk, hogy mennyel több menet, annál nagyobb munkának kell végzetnie, s e munkát n menetről a munka is n szer akkora. Köpletileg a fentemlített arányt még így is jelölhetjük:

$$e = C I N,$$

hol C egy állandó, mely a választott egységtől függ és különben azon helyzetváltorástól, mely a két tekercs mozgása körben előzetett.

Itt még az induciós folyam intenzitására vonatkozó arányt is kell megemlítenünk. Itt intenzitás ugyan az időegység alatt a keresztmetszeten átszömlő folyadék-mennyiség. Itt tehát a folyam t ideig tart, akkor az átszömlő folyadék mennyiség $e = i t$, mit az előbbi kifejezésbe helyettesítve, kapjuk:

$$e = C \frac{I N t}{t},$$

miből azt olvashatjuk, hogy az induciós folyam intenzitása annál nagyobb, mennyel rövidebb tartam a folyam, a mi elönnkel sem ellenkezik, mert ilyenkor a kivétel és távolítás gyorsan megtörténik, kell, hogy annak megfelelő erő folyam keletkezzen, a mi egy és ugyanaz a hatásával és megnyitással.

az electromotoricus erőre nézve, melyet E -vel akarunk jelölni, tudjuk, hogy:

$$E = i \cdot v,$$

hol v a vezeték ellenállását jelenti. Ha i értékét helyettesítjük, kapjuk:

$$E = C \frac{N n v}{t},$$

mely képlet valamely vezetékben berendezve is az általa indukált folyamok közt össze függés állítja elő.

Nevezetesen látjuk abból, hogy a folyam intenzitása nagyobb, az indukált vezeték electromotoricus erejét, továbbá, hogy ez növekedik a menetek számával. De tekintetbe véve

$$I = \frac{E'}{V} = \frac{E'}{V + N V_m}$$

egyenletet, hol V az elemek, V_m a menetek ellenállását jelenti, vagy ha az elemek ellenállása kicsiny, mint pl. az elemeken önkéntes állításnál

$$I = \frac{E'}{N V_m}$$

egyenletet a ezt képletünkbe helyettesítve, lesz

$$E = C \frac{E'}{V_m} \cdot \frac{n v}{t}$$

miből látjuk, hogy az indukáló elemek számát az általa electromotoricus erőt csak bizonyos határig lehet növelni; továbbá azt is, hogy a menetek ellenállásának nem szabad nagyra lennie, mert is az indukáló tekercs előállítására vastag huzalt kell alkalmaznunk, mi egyben természetes, mert ha a folyamnak előbb az ellenállást kell legyőznie, úgy annak kevésbé ható vagyis indukáló ereje gyengülhetik.

Az indukált folyamok vegyi és magnetikus hatásai kevésbé erősek, mivel a folyadékok mennyisége nem nagy, de annál erősebbek az élettani hatásai, melyeknél nagy el. különbségekre van szükség, mert nagy electromotoricus erőt érünk el.

Az inductio'nak másik neméről, úgy mint delez által nem szükséges bővebben szólani, a mennyben minden magnetus egy villamos roham által áthatott solenoid-nak tekinthető, tehát electricus folyamra vezethető vissza. Az indukált folyam iránya független attól, hogy a magnetus melyik oldalról viszik be, ha csak helye nem változott, de ha ugyanazon polus megfordítjuk s így viszik be, akkor a folyam iránya megváltozik. Időmíg megjegyzendő, hogy nem csak a folyamok beáramlása és megváltása alkalmával keletkeznek indukált rohamok

hanem mindannyiszor, valahányszor az inducáló fo-
lyam erősből vagy gyengül, mit ismét úgy képzelhetünk,
mintha a folyamat csak bizonyos nagyobb v. kisebb tá-
volságból hatn engednők. Hogy azonban sokszor igen e-
rős rohamok nagyon kis rohamat képesek indukálni, oly ti-
nemű, mely az erély megmaradását elvével ellentétben lát-
szik, a mennyiben az erély igen nagy része elveszett volna.
Ehhez mégint azt tapasztaltuk, hogy ugyanazon főroham i-
gen erős rohamot indukált. Hogy ezeket meggyőztessük tekintet-
be kell vennünk, hogy a folyamszáj véretekinek részére is in-
ducáló hatást gyakorol és pedig a folyam beáramlásánál a véretek-
ben magával a rohammal ellentéző irányú folyam indukál-
tatik, megosztásánál pedig ugyanazon irányú folyam lé-
tesítettetik. Ezen folyamokat különrohamoknak — extra cou-
rant — nevezük, és mondattukkal most könnyű belátni, mi-
ért gyengibb a beáramlásnál a főroham és ennél folytán az indu-
cáló folyam is. Ehhez képest látszik pedig a külön roham ugyan-
azon irányú a főrohammal, innentől nagyobb intenzitás.

Most még röviden áttekintjük foglalmi aron physikai
tűnésményeket, melyek az erély átalakulása által annak megma-
radása alapján jönnek létre. Eddig láttuk, miként átalakul az
az erély egyik része másikká nemű, de az ismét változatlan ma-
rad, az indukált folyam ismét képes további átalakulásokra,
nevezetesen hő, fény, és hang létrehozására. Ha mi egy kísérni-
lőben p. Rhumkorff féle szikra induktoron villanyfolyamat ve-
zetünk, akkor az erély átalakulásának sora a következő: 1. te-
lepeken vegyi erély átalakul az electricus eréllyé, mely a vasmág-
teteresben új rohamot képes indukálni, valamint a belső tekere-
sbe tett vas vezetőket melegítke változtatni. Valahányszor az
áramat megváltató kísérőlehen egy utes ballatixit, egy réz-
lezinga földes oldva a telepeken és az említett átváltások
történnek. Ha az indukált tekerecsarkait egy máshoz közel
helyezzük, igen heves néhány centiméter hosszú villanyszik-
ra keletkezik. Ha a két sark közé egy darab papírt fogunk
tartani, a hő "legendő" lesz arra, hogy azt meggyújtja. Ez e-
s esetben tehát az eltűnő indukált folyam erélye nagyobbára
hővé változott, azon kívül fény és hang származott. Ha több
fény és hang előtér és kevesebb ballatixit keletkezik,
akkor az indukált tekerecsarkait egy nagyobb leydeni
palackkal köpjük össze. A szikra most változáson ment,
kevesetül, élesen csattan és erős fehér fény, de már nem
oly forró, mint előbb volt, a papírt többé nem képes meg-

gyújtani. És az erély megmaradása alapján nem is vár-
hatunk mást. A szikrák utjának bizonyos mennyisé-
gű erélye van, és ha ebből most több fény és hang szá-
mazik, lehetséges, hogy annyi hő fejlődik, mint előbb.
Ha az indukált tekercs végpontjait nagyobb távol ságra
helyezzük egymástól, akkor a villanyerősség intenzitása
nem képes legyőzni a levegő ellenállását, mely a mint
távolodik a távolvággal növekszik. Ez el. feszültség most
mint helyzeti erély létezik a két varikon éppen úgy, mint
a hárthatón a visszatartott hő. Így alakul át a mozgási
erély ismét helyzeti eréllyé a nélkül, hogy annak mennyi-
sége megváltozott volna. Hogy láthassuk, miként ala-
kul át vegyi erély mechanikai eréllyé vagy viszon, vis-
gáljuk a Gramme felé gép szerkezetét. Ha a tekercs szá-
kaszok két végét egy teleppel összekapcsoljuk, a villa-
nyos folyám azonnal gyors és állandó forgásba hozza a
keréket. Itt folyám a vággyűrű utjának elektromágnesi
váltóhatása és a két mágnes egymásra való vonása okoz-
za a forgást. Ezen forgó kerék által kétszerezten kívül sú-
lyosabb lehet emelni, vagy más munkát végezni, és ak-
kor a két test vegyi potenciáljának erélye a jelenléti súlyban
helyzeti eréllyé változott át. Ha viszon a keréket mozgá-
sba hozzuk, akkor a velej folytonos közeledése és eltávoló-
dása a sodrony tekercsben villanyfolyamokat indít, me-
lyeket ismét más átalakulásokra alkalmazhatunk. Ha
az el. folyám mechanikai munkát végezt, gyengébb lett
a mi egész rendszer, mert az erély semmi képet nem
alakulván a mechanikai munka semmiből keletke-
zett volna. Hasonló éven eset akkor minden bizonyos meny-
nyiségű gőz a kazánból a gőzgép keréként a condensa-
torba megy, ott is azt találjuk, hogy a gőz melegebben
kerül a condencatorba, ha a gép munkát nem végezt,
mint akkor, ha éppen végezt. Ha pedig a gépet megállít-
juk, s egy vezérgépet rajta a folyámot, akkor az erősebb
de egyúttal a vezérgé sodronyokban és a telepben na-
gyobb a hőfejlesztés, mert az erélynek át kell ala-
kalnia és ha máské nem, tehát hővé.

Hogy végül azon kettőket megemlítsük, melyekből
anyagunkat készítetük, ezek a kőestekőre.

Bé Eötvös Loránt előadásai litographirozott füzetekben
Helmholtz előadásai exedetiében és fordításban
 Bé Eötvös L. és Tódrassék után.

Clausius B. Abjurdungun után dia magyarról
 Működéséről

Prior C. Experimentalphysik.

Ábó Antal fölölvadásai az exedeti általakulásiáról a villa-
 maslánerban.

Ungrórott 1878. júniusában

Medreok by István
 fögym. h. lant

Feladat az elméleti természettan köré-
ből:

"Kiváncsatik az elektromos indukált folyamatok
elmélete, a hő mechanikai elméletének alapján"

b. Eötvös Loránd

Kidolgozta

Stumpfoll Edeff
tanárjelölt.

MAGYAR
TUDOMÁNYOS AKADÉMIA
KÖNYVTÁRA

Bevétel.

Feladatom megoldása tetemes nehézségekkel járt. Egyrészt mert a feladat tárgya szám névre majdnem teljesen új volt; de ex még hagyján ha oly nagyon rövid határidőt nem szabnak elém. Másrészt itt a vidéken a kellő források nélkül is szűkölködtem s így csak E. Verdet, "Théorie mécanique de la chaleur" jét, Charles Briot, "Mechanische Wärmetheorie" jét és Riemann "Schwere, Elektrizität und Magnetismus" című művét használhattam kiutforrásokul. Az idő rövidsége miatt természetesen ezeket sem kellőleg.

Beer Ágost, "Elektrostatik und Elektrodynamik" című művét ily körülmények között teljesen mellőznöm kellett, mert azt tapasztaltam hogy csak akkor boldogulhatnék vele ha kezdettől fogva tanulmányozom azt, amit pedig lehetetlen volt megtennem ha csak annak nem akarom magam kiténni, hogy a határidő leteltével még a tanulmányozás sálse készülnék el.

Legtöbbet kölcsönöztem Briot és Verdet fentemlített műveikből, Riemannból csak igen keveset vettem át.

Az erőmegmaradás elvének eleitől régig való szigorú vizsgálataiban azonban jobban a magam lábán álltam s csak a részleteket kölcsönöztem előbb említett kiutforrásoktól.

I Fejezet (általános rész).

1. §. Alapföltevések

Az elektrostatika alapját képező Coulombféle törvényből egyszerű algebrai műveletek segítségével következtethetünk, hogy a kölcsönös erők, melyek két, nyugvásban levő elektromos vagy mágneses részecske között működnek, így neveztett középponti erők (forces centrales).

Ugy mint két 2 részecskeire vonatkozólag lehetett kimutatni, úgy kimutatható egy tetszőleges elektrostatikai vagy mágneses rendszerre nére is. Emel fogva mondhatjuk:

Minden elektrostatikai vagy mágneses rendszerben a működő erők középpontiak, vagy más szóval: minden ily rendszernek van potenciálja, azaz erőfüggvénye. E tétel egyaránt állóban elektrodinamikai és mágneses rendszerekre. Következik hogy az elektrostatika és a mágnesség tana

egy és ugyanaz, mi igen szép összhangzásban van Spiller Fü-
löpp állításával: „Magnetismus ist zu Ruhe gebrachte Elektrici-
tät” (Neue Theorie der Elektricität und des Magnetismus, 3 kiadás Ber-
lin 62. lap).

Mily könnyű ily elektrosztatikus és mágneses rendszerekkel
bánni éppen mert potentialjuk van, általában is ismeretes.
Mi sem természetesebb tehát, hogy igyekszünk más problémák-
nál is hasonló, könnyű bánnásmódra szert tenni.

És örvénst a természettan minden részében látjuk nyit-
vánulni, hirtelen az elektrodinamikában is a hőelmélet-
ben, s tényleg, mindkét helyütt már meglepő eredményekkel
állunk szembe.

Az elektrosztatikában is a mágnesgéttanában a probléma
aránylag könnyű volt, mert a kísérlet szolgált a Coulomb fö-
lé törvénnyel, ebből azután Laplace-nak sikerült kimutatni
hogy minden ily rendszerre nézve van egy, a részecskék helyha-
lázoraitól függő függvény, az erőfüggvény, melyet ha ismer-
ünk, minden probléma egyszerűen elve van megfestve.
Itt tehát a kísérlet adta a találatot melyre Laplace bárd-
mijével azon nagyenerű épület alapfalait rakosgatá, melyet
ma „Potential elmélet” néven ismerünk és csodálunk.
Emek körönhetjük hogy a természettan minden íze mind
átlátszóbb-átlátszóbbá kex válni előttiünk.

Mennyivel liűkesk az ellenkező út, ti az elmélet vagy
föltérvisből kiindulni, mutatja a fény szerzési és anyagi elmé-
letinek kétszázados maktacs harca, mutatja a mechanikai hő-
elmélet, mely röptében mindaddig gátoltatik míg Foule
Mayer, Rumford stb. hallhatatlan érdemi kísérletei által
silaró kiinduláspontot nem nyert.

Ex a tüskés út pedig az melyen fejlődött és fejlődik
jelenleg is az elektrodinamika, mely minthogy saját
alapszik az indukált folyamok elméletére, minthet nagyon
közelről érdekel.

Tellemző hogy már kezdettől fogva azon volt az igyete-
zet hogy az elektrodinamikát az elektrosztatikával párhu-
zamban sőt ugyanazon úton fejlesszék. Bár mily gyűmöl
csiró volt azonban örvénst, hisz Ampère törvényével
gardagítá a ludomángt, a főba, a neheri és bonyolódott
bánnásmódot el nem távolítá a természettan éren yornítók
igából. É feladat megoldása Webernek jutott. Weber volt
j. i. az, ki a potential elméletet az elektrodinamikára ser-
geszté ki, s ez által a főnemlített akadályt eltávolítá a
haladás útjából. legalább részben —

Weber ugyanis egy elmélettel állt elő, mely az Ampère-féle elmélet általánosításának tekinthető, s melyből levezethető az elektrodinamika s részben az indukált folyamatok törvényeit is, még pedig - s e ráfő - a potenciálmélet alapján.

Webert Riemann és Clausius követték hasonló elméletekkel s hasonló eredményekkel.

Ámiban, e három elmélet közül melyik felel meg a valóságnak, Webert, Riemannt vagy Clausius-t vizsgáljuk. Itt új Newtonként, az eddig még minden eldöntve.

Itt a kísérlet a döntő szó, de e téren - tudtommal - eddig csak Fröhlich I. sz. kísérlette meg babérokat kiérdemelni, s már is annyira vagyunk hogy most még csak Weber és Riemann elméletei között foly a harc.

Elfogadjuk Weber és Riemann közös álláspontjára helyezkedve mi is elfogadjuk a következő alappötléseket: Az elektrodinamikus rendszerek is bennük potenciállal melyekben már nemcsak a részecskék helyhatározótól, hanem azok viszonylagos sebességétől is függ, az időhöz azonban szabadon (explicit) nem tartalmazza. Hogy e tágabb értelemben potenciált a másiktól mely csak a részecskék helyhatározótól függ, megkülönböztethessük az előbbit elektrosztatikus, az előbbit elektrodinamikus potenciál-nak fogjuk nevezni.

Mindkétnevelési rendszerrel elég tehát a kérdés és végállapot adatait ismermünk, hogy kiszámíthassuk azt a munkát melyet a működő erő végzett miközben a rendszer a kérdés állapotból a végállapotba ment át.

Ezenkívül elfogadjuk a mechanika és a mechanikai hőelmélet alaptételeit melyeket alkalomszerűen említeni fogunk.

2. §. Tapasztalati dolgok.

Az indukált folyamatok és az indukció minden nemének fölfedezését Faradaynak köszöni a tudomány. Faraday örökemlékére kísérleti megmutatták, hogy valahányszor egy zárt vezető rendszerében elektromos folyam keletkezik vagy megmúlik, vagy csak intenzitását változtatja, vagy vezetője viszonylagos mozgásban van a zárt vezetőre vonatkozólag, mindannyiszor a zárt vezetőben új elek-

termos folyam, úgynevezett indukált folyam keletkezik, melynek irányát a Lenz-féle törvény állapítja meg. Az indukciónak neve Volta indukciónak nevezeték.

Ugyanígy áll a dolog ha egy zárt vezető közelében mágnes keletkezik vagy megszűnik mágnesnek lenni, vagy intenzitásában vagy a zárt vezetőhöz való viszonylagos helyzetét változtatja. Az indukciónak ezen nemét magnetoindukciónak nevezik.

Hogy az indukciónak két neve között minesen lényeges különbség, abból következik, hogy minden elektromos folyamat két mágneses felület által helyettesíthetünk melyek kifelé való hatása amareval teljesen azonos, és megfordítva. Érint főleg a voltaindukciót fogjuk vizsgálatainkban szem előtt tartani.

A lényege annak a mit Faraday kísérleteiből elvonhatunk, az, hogy az indukált folyamat csak akkor keletkeznek, ha a zárt vezető közelében lévő folyamnak vagy mágnesnek a zárt vezetőre való elektrodinamikuss hatása változik. Megjegyzésből kitűnik hogy az elektromos folyamatok indukciójának oka egyedül az említett hatás változásában rejlik.

II. Fejezet.

Az indukció indokolása

3. §. Előzmények. *

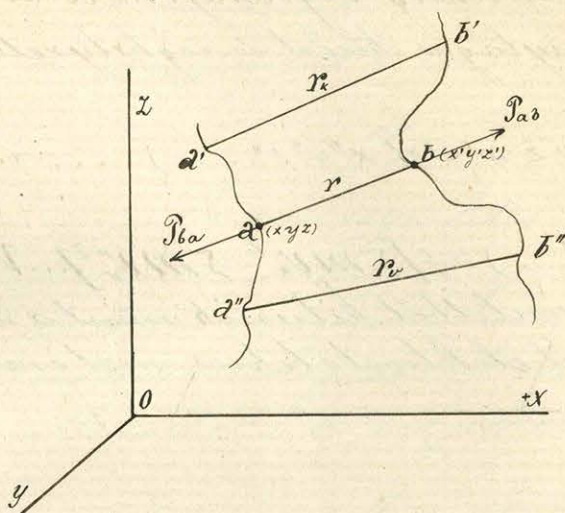
Hogy az indukált folyamatok keletkezésének indokolását fokozatosan kereshetjük, szükségesnek tartjuk nemcsak a potenciálmélet körébe tartozó tételnek előrebocsátását.

Kerünk Newtonnak következő két törvényével:

- 1.) Két, az összes többi természeti világtól elszigetelt és annak hatása alól kivont anyagi pont egymásra való hatása, két egyenlő de ellentett irányú erőben nyilvánul, melyekkel a két pontot összekötő egyenes irányába esnek és csak a két pontnak egymástól való távolságától függenek.
 - 2.) Ha az n pontok alkotta rendszerhez egy vagy több új anyagi pont járul, új erők támadnak, de azért az eredeti két pontnak egymásra való hatása mindenben sem változik.
- Tárgyunk most minden egy ily úgynevezett Newtonikus rendszer, melyet az 1. §-ban látható derék rugó helyhatalmazó rendszerre akarunk vonatkoztatni.

* Ezen §. azon tárgyalás alapján van összeállítva, mely E. Verdet "Théorie mécanique de la chaleur" jében (1 kötet 7-12 lap) foglaltatik.

1. ábra.



A rendszer két testrőleges A és B pontjainak helyhatáserői xyz illetőleg $x'y'z'$, egymástól való távolságuk r . Newton I.) alatt idézett törvénye értelmében, az az erő melylyel a B . anyagi pont az A anyagi pontra hat:

$$P_{Ab} = f(r)$$

az az erő pedig, melylyel B , A -ra hat:

$$P_{Ba} = -f(r).$$

A munka, melyet ezen erők végeznek, miközben az A és B pontok végtelen kis kimozdulásokat tesznek:

$$dL = f(r) dr \dots \dots \dots I.)$$

A véges elmozdulások közben végzett munkát most így kapjuk, hogy I.)-et az illető hatások közt integráljuk: Általánosságban

$$L = \int f(r) dr + C.$$

A kezdet állapotra nézve:

$$L_k = \left[\int f(r) dr \right]_k + C$$

A végállapotra nézve:

$$L_v = \left[\int f(r) dr \right]_v + C$$

A keresett munka:

$$L_k - L_v = \int_{r_k}^{r_v} f(r) dr \dots \dots \dots II.)$$

Ezen egyenlet azt mutatja hogy a munka csak attól függ, mily távolságban voltak a pontok egymástól a kezdet és végállapotban; minő volt távolságuk a közbeni állapotban, annak a munkára semmi befolyása nincsen.

Hogy az egész pontrendszerre nézve megkapjuk a munkát, minden egyes pontpárra nézve alkalmazzuk a II.) alatti egyenletet, s az így nyert egyenleteket összegezzük.

Leend:

$$L_k - L_v = \sum \int_{r_k}^{r_v} f(r) dr \dots \dots \dots III.)$$

Más oldalról azonban tudjuk hogy a III.) alatti munka még mint az összelevenés változása tüntethető fel:

$$L_k - L_v = \frac{1}{2} [\sum m v_k^2 - \sum m v_v^2] \dots \dots \dots IIIa.)$$

Az utolsó két egyenletet összekapcsolva a következő relációt nyerjük:

$$\sum \int_{r_k}^{r_v} f(r) dr = \frac{1}{2} [\sum m v_k^2 - \sum m v_v^2] \dots \dots \dots IV.)$$

A baloldalon az integráció mindig végrehajtható és az integrál értéke csak a pontok viszonylagos helyzet és véghelyzetétől függ. Terve

$$\iint f(r) dr = \varphi(x y z x' y' z' x'' y'' z'' \dots) \dots \dots \dots \text{d.})$$

leendő:

$$\varphi(x_1 y_1 z_1 x'_1 y'_1 z'_1 \dots) - \varphi(x_0 y_0 z_0 x'_0 y'_0 z'_0 \dots) = \frac{1}{2} [\sum m v_k^2 - \sum m v_0^2] \dots \text{V.})$$

Ezen φ függvény, mint az d.) egyenletből kitűnik mint a rendszer potentialja és e (rendszer) potential elektrostatisztikus, mert csak a pontok helyzetükről függ.

Ha tesszük:

$$\Phi = \text{const} - \varphi$$

az V.) alatti relációt így írhatjuk:

$$\Phi_0 + \frac{1}{2} \sum m v_k^2 = \Phi_k + \frac{1}{2} \sum m v_k^2 = \text{állandó} \dots \dots \dots \text{VII.})$$

Φ_0 ról (mely φ_0 -lől csak egy állandóban különbözik) könnyen kimutathatni, hogy az azon maximális munka, melyet a rendszerben működő erők a tényleges, k-val jelzett állapottól kiindulva, egyáltalában végrehajtani képesek.

A Φ függvényt ez okból helyzeti vagy potentialis erőnek fogjuk nevezni, míg az összelevegő erőket mozgási erőnek akarjuk hívni.

Ha e kétnevelű erő összeget röviden összerőnek nevezük, a VII.) alatti egyenlet azt mondja hogy minden rendszerrel, melynek potentialja (minkébb értelemben) van, az összerő állandó mennyiség.

Minden ily rendszerrel tehát a helyzeti erő változásával, okvetlenül - míg pedig ellentett értelemben - változik a mozgási erő, s fordítva, de mindig úgy hogy a kettőnek összege ugyanaz maradjon.

Lássuk most, vajjon a tételek oly rendszerre is érvényesek, melynél a két-két elem közt működő erők már nem csak a pontok egymástól való távolságától, hanem ezek viszonylagos sebességétől is gyorsulásától is függenek.

Abrándolva ismét d és b a távra) a most már dinamikus rendszernek tetvéleges két pontját. Akkor az az erő melylyel d - b -re hat:

$$P_{ab} = F(r, \frac{dr}{dt}, \frac{d^2r}{dt^2})$$

Az az erő pedig melylyel b d anyagi pont d -ra hat:

$$P_{ba} = - F(r, \frac{dr}{dt}, \frac{d^2r}{dt^2})$$

Könnyű kimutathatni hogy a munka, melyet ezen erők végernek, miközben r , dr -vel változik:

$$d\alpha = F \cdot dr.$$

képlet által adatik, hasonlóan az előbb tárgyalt esethez.

Azon munka pedig melyet az erők végeznek mikorben az anyagi pontok véges utakat írnak le:

$$L_k - L_v = \int \vec{F} dr. \dots \dots$$

Ha ezen egyenletet ismét minden egyes pontpára alkalmazunk s az így nyert egyenleteket összeadjuk, megkapjuk azt a munkát melyet a rendszerben működő összes erők végrehajtának mikorben az a k val jelzett kezdeti állapotból a v -vel jelzett végállapotba megy át:

$$L_k - L_v = \int_v^k \left[\vec{F}(r, \frac{dr}{dt}, \frac{d^2r}{dt^2}) \right] dr \dots \dots \dots \text{III.})$$

A jobb oldalon álló integrál mindegy mint az egyes pontok távolságainak (r) és relatív sebességeinek ($\frac{dr}{dt}$) függvénye állítható elő, vagyis:

$$\int \vec{F} dr = \Phi(r, \frac{dr}{dt}) \dots \dots \dots \text{p.})$$

Ermélfogva: $L_k - L_v = \Phi_k - \Phi_v \dots \dots \dots \text{VIII.})$

Ezen összefüggés azt mutatja hogy ily dinamikus rendszereknél is a munka független a körbenlévő állapotától, s csak a kezdet és végállapot adataitól: a pontok viszonylagos helyzetétől és sebességétől függ. Ez esetben a p.) által megállapított Φ függvény a rendszernek potentialja, de ez már nem statikus hanem dinamikus potential.

A VIII.) által adott munkát mint tudjuk, mint az Φ összekevert erőváltorását is állíthatjuk elő, ermélfogva az említett egyenletnek a következő alakot adhatjuk:

$$\Phi_k - \Phi_v = \frac{1}{2} [\sum M v_k^2 - \sum M v_v^2] \dots \dots \dots \text{IX.})$$

Ha most úgy mint az előbbi esetben egy a

$$\Phi = C - \Phi \dots \dots \dots \text{p.})$$

relatív által meghatározott Φ függvényt vezetünk be Φ helyébe leszűd ismét:

$$\Phi_v + \frac{1}{2} \sum M v_v^2 = \Phi_k + \frac{1}{2} \sum M v_k^2 = \text{állandó} \dots \dots \dots \text{X.})$$

A p.) alatti relációból

$$\Phi = C - \Phi,$$

vagyis Φ csak egy állandó hiány van meghatározva, továbbá Φ maximum ha Φ minimum s fordítva.

Mintegy a potential (p.) akkor legnagyobb ha a rendszer birtos egyensúlyban van, következik hogy Φ birtos egyensúly esetében minimum, de a dő egyensúly esetében pedig maximum.

Határozzuk meg a C állandót. Akinél hogy $\Phi = 0$

Legyen ha Q leg-legkisebb ^{*} értékevel bír, mert ily választás mellett mint látni fogjuk Φ -nek fölösle fontos jelentése lesz.

A p. 1 alatti relációból következik, hogy:

$$Q_0 - Q_k = \Phi_k - \Phi_0.$$

Ha most fölteszük, hogy a v -vel jelölt végállapot, az a birtos egyensúlyi helyzet, melynek Q leg-legnagyobb értéke felel meg, legyen $\Phi_0 = 0$ s így:

$$\Phi_k = Q_0 - Q_k \dots \dots \dots (1)$$

Ezen egyenlet mutatja, hogy ex esetben is Φ azon maximális munka melyet a rendszerben működő erők a k -val jelölt tényleges állapotból kiindulva egy állatán végezhetnek.

A $\Phi + \frac{1}{2} \Sigma mv^2$ összeget tehát joggal nevezhetjük ezen állatánost esetben is összerelelynek s a X. 1 alatti összefüggés alapján kijelenthetjük hogy dinamikus rendszerekre (az állatánosság megörzisé végett használjuk e nevet) is érvényes az érelymegmaradás elve: „Az összerelely mindig állandó marad.”

A dinamikus rendszereknél szereplő összerelely szintén két részből áll. Az első tagra (Φ) így véljük most már nem illik teljesen a „helyzeti érely” név, azért azt inkább potentialis érelynek akarjuk nevezni. A második tagra ($\frac{1}{2} \Sigma mv^2$) megtartván az előbbi elnevezést, az érelymegmaradás elvét így is mondhatjuk ki ex esetben vonatkozólag:

A dinamikus rendszereknél a potentialis és a mozgási érelynek összege állandó.

Vegyünk most a fontos elvet közelebből szemügyre. A mozgási érely” név alatt mint mondtunk az összeleven erők, $\frac{1}{2} \Sigma mv^2$ -et értjük s ezt ezért röviden E_m -el akarjuk jelölni. Minden dinamikus rendszerben állatánosságban két mozgást kell megkülönböztetni: a rendszernek mint egésznek és a részeknek külön mozgását, vagyis külső és belső mozgást.

A külső mozgásnak megfelelő mozgási érelyt E_m^k -val, a belső mozgásnak megfelelőt E_m^b -vel jelölve, legyen:

$$E_m = E_m^k + E_m^b \dots \dots \dots (2)$$

Ígyval: A mozgási érely egyenlő a külső és a belső mozgási érely összegeivel.

* legnagyobb.

Emelleyre az erély megmaradás elvét így is írhatjuk:

$$\Phi + \mathcal{E}_m^k + \mathcal{E}_m^b = \text{állandó} \dots \dots \dots \text{XV.}$$

A potentialis erély Φ , mint láttuk, függvénye a részecskék egymástól való távolságának és a viszonylagos sebességeknek. Taylor sorának alkalmazásával Φ -t két részre bonthatjuk: az egyik tisztán r -től függ s -et (dy) statikus potentialis erélynek akarjuk nevezni, a másik egyéb termésként mint Φ , nevezük ezt dinamikus potentialis erélynek (Φ_d), leendő:

$$\Phi = \Phi_s + \Phi_d.$$

XV.) helyett pedig:

$$\Phi_s + \Phi_d + \mathcal{E}_m^k + \mathcal{E}_m^b = \text{állandó} \dots \dots \dots \text{XVI.})$$

A XVI.) alatti összefüggés az erélymegmaradás elvének legáltalánosabb kifejezését adja: A statikus és dinamikus potentialis és a külső és belső mozgási erély összege állandó.

4. §. Indokolás.

A XVI.) alatti reláció ért bizonyítja, hogy minden dinamikus rendszerrel ha egy tagja változik az említett egyenletnek, szükségszerűen változik legalább még egy tag, általánosságban pedig több, sőt sokszor valamennyi tag is változik, de mindig úgy, hogy az összeg állandó maradjon.

Foglalkozzunk közelebbről (a magát előadható ~~esetekkel~~) az itt előfordulható fontosabb esetekkel, mert e vizsgálat a keresett indokolásra vezetend bennünket.

1.) Tegyük fel hogy \mathcal{E}_m^k vagyis a külső mozgási erély változik. Akkor mint mondtunk, általánosságban változik a többi három tag is: változik a kinetikus erély, a statikus és dinamikus potentialis erély is.

Ha most feltesszük hogy a rendszer elektrodinamikus, mit jelentenek az előbb mondottak? Semmi egyéb mint azt, hogy ha egy folyamkör és egy deley, vagy egy két folyamkörből álló rendszernek külső erélye változik, a dinamikus potentialis erély is, keletkeznek új elektromos erők, melyek, mint a részletes tárgyalásnál alkalmunk lesz kimutatni, nem mások, mint az indukált folyamoknak megfelelő elektromos erők.

Ezzel indokolva van az indukciónak ezen része.

2.) Tegyük fel hogy Φ s vagyis a statikus potenciális erő változik. Ekkor hasonlóan következtetve mint az előbbi esetben, ugyancsak arra az eredményre jövünk hogy Φ d is változik, továbbá változik \mathcal{E} m vagyis a kalorikus erő is esetleg a külső mozgási erő is.

Ha most innét egy két folyamkörből vagy 1 folyamkör s egy mágnesből álló rendszert tekintünk, mint működőnek a dolgok? Φ s ily körülmények közt vagy az által változik hogy a folyamskörök vagy mágnesek helyeit változtatják; es esetekben már nem kell foglalkoznunk, mert az 1. alattival aronok; vagy az által változik Φ s, hogy a folyamskörök vagy mágnesek intenzitása változik. Φ d változása azt teszi hogy most is új elektromos erő keletkeznek, melyek szintén indukált folyamsköröknek felelnek meg. Ezzel az indukciónak második része indokolva van. A legáltalánosabb eset indokolása már főleg, mert most már természetesen fogunk találni hogy ha mind \mathcal{E} m mind Φ s változnak okvetlenül szintén keletkeznek indukált folyamskörök.

3.) Végre tegyük fel hogy változik \mathcal{E} m vagyis a rendszer kalorikus erője. Az erőmegmaradás elvétől (XII) is esetben következik, hogy esetlegesen megváltozik \mathcal{E} m is, de éppen mint hogy a változás csak esetleges, szükségképpen változik Φ s is Φ d. Ezen eset mint azt aronnal ismerhetni a thermofolyamsokra vezetett beállításunkat, melyek voltaképpen szintén nem egyebek mint indukált folyamskörök, de ereikkel részletesebben nem fogunk foglalkozni.

Ezzel a II. ix Fejezet címe által rámmótt kötelességnek a mennyire annyira - eleget tettem. Az én véleményem szerint, ebben az általános körben a mechanikai hőelméletre csak annyira támaszkodhattam a mennyire azt tettem, hogy sz. segítségül vevém az erőmegmaradás elvét mely ott is alaptétel gyanánt szolgál. Hogy aronban levénhassam arokat a következtetéseket melyekre szükségem volt, kénytelen valék az erőmegmaradás elvét általánosítani a dinamikus potenciális erő (alt) behozatala által, mert ennélkül az említett elvet elektrodinamikus rendszerekre nem alkalmazhattam volna s így nem is indokolhattam volna az indukált folyamskörök keletkezését.

III. Fejezet. *

Részletes tárgyalás

5. §. Előzmények.

Most át akarunk térni a feladatunkat megillető részletes tárgyalásokra. Ezentúl már nem lesz szó általános rendszerekről, hanem mindig olyanokról melyek két folyamból vagy egy folyamból és egy vagy több mágnesből állannak.

Hogy az erőmegmaradás elvét alkalmazhassuk a speciális rendszerekre mindenek előtt meg kell határozni a rendszerek vonatkozólag a potenciális erőt stb.

Ezéből alapul-mint annak idejében említők a Weber féle elméletet elfogadjuk, melynek értelmében két elektromos mozgó részecskéből álló rendszernek potenciálja:

$$V = - \frac{\varepsilon \varepsilon'}{r} \left[1 - \frac{1}{c^2} \left(\frac{dr}{dt} \right)^2 \right] \dots \dots \dots I.)$$

hol r a két részecskeinek egymástól való távolságát jelenti, c egy kísérletileg meghatározandó állandó, $\frac{dr}{dt}$ pedig a két részecskeinek relatív sebessége.

Talánint a 3. §-ban tárgyítottuk az erőmegmaradás elvét, így lehet a Lagrange féle elvet is általánosítani. Ha ugyanis a tárgyított Lagrange féle elvet az I.) alatti potenciálra alkalmazzuk, arra az eredményre jövünk, hogy az erő melylyel a két fentemlített elektromos részecske egymásra hat:

$$P = \frac{\varepsilon \varepsilon'}{r^2} \left(1 - \frac{1}{c^2} \left(\frac{dr}{dt} \right)^2 + \frac{2r}{c^2} \frac{dr}{dt} \right) \dots \dots \dots II.)$$

Most egymásután két állandó, arután két változó intenzitású nyugvó, arután mozgó folyamból álló rendszereket fogunk megvizsgálni, s levezetni az ezen esetekben támaszó indukált folyamatok törvényeit.

Mind ezekre az I.) alatti Weber féle alaphéplet teljesen elegendő s ebben replik Weber elméletének fontossága az indukált folyamatok elméletében.

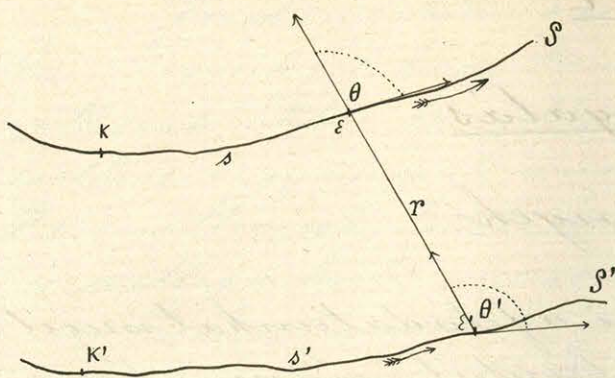
6. §. Állandó intenzitású nyugvó vezetőkben keringő folyamatok egymásra való hatása.

MAGYAR
TUDOMÁNYOS AKADEMIA
KÖNYVTÁRA

A mellékelt ábra szintese elő a két folyamból vezető (S, S').

* E fejezet tárgyalásaiban Briot. Ch. művére támaszkodtam a fővonalakat illetőleg.

2. ábra.



Mind a két vezető nyugodék,
 az S-ben keringő elektromos
 folyam intenzitása legyen i ,
 az S' vezetőben keringőé pedig i' .
 Az S vezetőben mozgó elektromos
 részecskék helye teljesen megvan
 határozva a sílárd k ponttól mért
 távolságtól, az S' vezetőben mo-

gó elektromos részecskék helye pedig a k' állandó ponttól mért
 s' távolságtól. Minthogy a vezetők nyugvószámk, és s és s' csak
 az idő függvényei, két elektromos részecskének egymástól való
 távolsága: r , ennél fogva szintén függvénye s és s' nek s így az idő-
 nek is. Ha az S folyamkörben u -at, az S' folyamkörben u' -vel
 jelöljük az elektromos részecskék sebességét, leendő a sebesség
 definíciója értelmében, minthogy a vezetők vonalozsak:

$$\left. \begin{aligned} u &= \frac{ds}{dt} \\ u' &= \frac{ds'}{dt} \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots \text{I.}$$

Keressük most a két folyamkörnek egymásra való po-
 tentiálját

$$r = f(s, s') \text{ lévén,}$$

leendő:

$$\frac{dr}{dt} = \frac{\partial r}{\partial s} \cdot \frac{ds}{dt} + \frac{\partial r}{\partial s'} \cdot \frac{ds'}{dt}$$

tekintetbe véve az I.) alattiakat:

$$\frac{dr}{dt} = u \cdot \frac{\partial r}{\partial s} + u' \cdot \frac{\partial r}{\partial s'}$$

így:

$$\left(\frac{dr}{dt} \right)^2 = u^2 \left(\frac{\partial r}{\partial s} \right)^2 + u'^2 \left(\frac{\partial r}{\partial s'} \right)^2 + 2uu' \frac{\partial r}{\partial s} \cdot \frac{\partial r}{\partial s'}$$

Helyettesítve ezt az értéket a Weber féle alapegyenletbe, a $+e$
 és $+e'$ részecskék potenciáljára a következő kifejezést nyerjük:

$$\psi_{+e, +e'}^{+e} = - \frac{ee'}{r} \left[1 - \frac{1}{c^2} \left\{ u^2 \left(\frac{\partial r}{\partial s} \right)^2 + u'^2 \left(\frac{\partial r}{\partial s'} \right)^2 + 2uu' \frac{\partial r}{\partial s} \cdot \frac{\partial r}{\partial s'} \right\} \right] \dots \dots \dots \text{II.})$$

Az $-e$ és $-e'$ részecskék potenciálját ebből az által kapjuk meg,
 hogy $+e$ illetve $+u$ helyébe $-e$ illetve $-u$ t teszünk:

$$\psi_{+e, -e'}^{-e} = \frac{ee'}{r} \left[1 - \frac{1}{c^2} \left\{ u^2 \left(\frac{\partial r}{\partial s} \right)^2 + u'^2 \left(\frac{\partial r}{\partial s'} \right)^2 - 2uu' \frac{\partial r}{\partial s} \cdot \frac{\partial r}{\partial s'} \right\} \right] \dots \dots \dots \text{III.})$$

I.) és II.)-t összeadva, megkapjuk a $+e, -e$ és $+e'$ részecskék poten-
 tiálját:

$$\psi_{+e, -e}^{+e, -e} = \frac{4}{c^2} \cdot \frac{e \cdot e' \cdot u \cdot u'}{r} \cdot \frac{\partial r}{\partial s} \cdot \frac{\partial r}{\partial s'} \dots \dots \dots \text{IV.})$$

Az $+e, -e, +e'$ és $-e'$ részecskék potenciálja leendő:

$$\psi_{ee'} = \frac{8}{c^2} \cdot \frac{e \cdot e' \cdot u \cdot u'}{r} \cdot \frac{\partial r}{\partial s} \cdot \frac{\partial r}{\partial s'} \dots \dots \dots \text{V.})$$

Ha a sodrny keresztmetszetét k -val, az elektromos sűrűséget ρ -val jelöljük:

$$i = 2 \rho k u. \quad \text{VII.}$$

A hol i intenzitású folyamnak olyat tekintünk, mely egy pozitív és egy negatív folyamból áll, melyek ellentett irányokban keringenek a vezetőben s mindkettőnek intenzitása i .

Egy ds hosszúságú folyamtelemben egyenlő "mennyiségű" pozitív és negatív elektromosság foglaltatik, emel fogva:

$$\varepsilon = \rho \cdot k \cdot ds.$$

s így:

$$2 \varepsilon u = 2 \rho k u ds = i ds \quad \text{VIII.})$$

Ezen reláció alapján még ily alakot adhatunk az ε és ε' részecskék egymásra való potenciáljának:

$$\mathcal{V}_{\varepsilon \varepsilon'} = \frac{2}{c^2} \cdot \frac{i \cdot i'}{r} \cdot \frac{\partial r}{\partial s} \cdot \frac{\partial r}{\partial s'} \cdot ds ds'$$

Itt \mathcal{V} és \mathcal{V}' folyamkörök egymásra való potenciálját most úgy kapjuk, hogy mind két vezető mentében végig integrálunk:

$$\mathcal{V}_{ii'} = \frac{2}{c^2} \cdot i i' \iint \frac{1}{r} \cdot \frac{\partial r}{\partial s} \cdot \frac{\partial r}{\partial s'} ds ds' \quad \text{VIII.})$$

Tegyük rövidség kedvéért:

$$\mathcal{W} = \frac{2}{c^2} \cdot \iint \frac{1}{r} \cdot \frac{\partial r}{\partial s} \cdot \frac{\partial r}{\partial s'} ds ds' \quad \text{d.})$$

\mathcal{W} mint látni a két folyamkör egymásra való potenciálját adná azon esetben ha mindkettőben 1 volna az intenzitás. Leend vigye:

$$\mathcal{L}_{ii'} = i i' \mathcal{W} \quad \text{IX.})$$

\mathcal{W} mint azt az d.) alatti egyenlet mutatja, csak a két folyamkör viszonylagos helyzetétől függ, ha tehát ez nem változik \mathcal{W} sem változik.

A IX.) alatti egyenletből rögtön megkaphatjuk az egyes folyamköröknek önmagukra való potenciáljait. Itt csak azt kell föltételezni, hogy a két folyamkör egyje' esik össze.

De itt nem szabad szem elől tévesztelnünk hogy a

$$\frac{2}{c^2} \iint \frac{1}{r} \cdot \frac{\partial r}{\partial s} \cdot \frac{\partial r}{\partial s'} ds ds'$$

integrálnak csak felét szabad venni, mert minden tag ex. öseregben kétféle fordul elő. Ha tehát tenünk:

$$\mathcal{W} = \frac{1}{c^2} \iint \frac{1}{r} \cdot \frac{\partial r}{\partial s} \cdot \frac{\partial r}{\partial s'} ds ds' \quad \text{p.})$$

hol azonban az integrál már most csak egy folyamkörre értendő ki, hiszen i intenzitású folyamkörnek önmagára való potenciálja:

$$G_i = i^2 w \dots \dots \dots X.)$$

hasznosán:

$$G_{ii} = i^2 w' \dots \dots \dots XI.)$$

A két folyamkörből álló rendszernek teljes poten-
tialja:

$$G = G_i + G_{ii} + G_{ii'}$$

vagyis:

$$G = i^2 w + i^2 w' + i i' w' \dots \dots \dots XII.)$$

Erel a képlettel birtokában jöthünk a részletes tárgyalások
kutatásához.

Art rögtön kimutathatjuk hogy a főlvetth esetben indu-
kált folyam nem keletkezhetik. Ha ugyanis a vezetők nyug-
manak és az intenzitások állandók, $G = 0$ szintén állan-
do, tehát

$$\Phi = 0 - G = 0 - 0 = 0$$

sintén az. A külső "morgási" erő, E_m jelen esetben
0, emielfogva jelen esetünkre az erőmegmaradás elvét
alkalmazva, arra az eredményre jövünk, hogy:

$$E_m = \text{állandó.}$$

E_m két részből áll: a kalorikus erőből (E_m^c) és az elek-
tromos erőből (E_m^e). Leend:

$$E_m^c + E_m^e = \text{állandó.}$$

Igen önmeg azonban már csak úgy lehet állandó ha min-
den egyes tagja állandó, mert a kalorikus és az elektromos
erő nem változhatnak ellentett értelemben úgy com-
penzáció nem törtéi.

De hogy a kalorikus erő is állandó, az elektromos erő
is állandó, az art teszi hogy jelen esetben nem törtéi he-
lik egy újabb szétválasztása az elektromos fluidumok-
nak, tehát indukált folyamok nem keletkezhetnek.

Egész másként áll a dolog ha az intenzitások vál-
tozók. Kérdjük a legegyszerűbb esetben:

7. § Egy folyamkörnek önmagára való induk- ciója az intenzitás változása folytán

Tételezzünk fel egy merev, nyugvó folyamkört, mely-
be egy változó intenzitású M elemből álló telep van becsa-
tolva (pé. Lintum kén-sav telep).

A rendszerrel tekintetbe véendő:

- 1.) a vegyi erő munkája, röviden a vegyi erő,

- 2.) A kalorikus erő
- 3.) A potentialis erő.

Lásunk most sorban ezeknek értékeit.

2.) A galvántelepek elméletéből ismeretes, miszerint egy n elemből álló ily telepnek vegyi erője: $n \cdot E \cdot a \cdot q \cdot i$. által adatik, hol E a hő mechanikai egyenértékét (425) q , az illető fém elektro-chemiai egyenértékét, vagyis azon mennyiséget a fémnek, mely az időegység alatt oldódik fel oly elemben mely egy hirtelenzítási folyamatot szolgáltat. q , az 1^{kg} fém feloldásának megfelelő hőmennyiséget, végre i a telep intenzitását jelenti.

3.) A kalorikus erő a Foule féle törvény szerint adja meg: $ct \cdot i^2$, ha t -vel a folyamat összes ellentállását jelöljük.

A folyamat potentialis erője pedig az előbbi P-értelmében $C' \cdot i^2 w$ által adatik.

Telen esetünkre alkalmazva az erőmegmaradás elvét, lesz:

$$n a E q \cdot i - ct \cdot i^2 + C' i^2 w + Em = \text{állandó} - C$$

Ha $n a E q$ -t röviden H -val jelöljük (Ha telep elektromotorikus erő), továbbá elhanyagolva az elektromos erő változását leendő a dt időtartamra vonatkoztatott erőmegmaradási elv:

$$H \cdot i \cdot dt - ct \cdot i^2 dt - d(i^2 w) = 0.$$

vagyis:

$$H \cdot i \cdot dt = ct \cdot i^2 dt + d(i^2 w). \dots \dots \dots I.)$$

Ezen relatio azt mutatja, hogy a telep vegyi hatása, egyenlő a kalorikus, több, a potentialis erő növekedésével.

Telen esetünkben (minthogy a folyamat merer is nyugvó) w állandó, lesz:

$$H \cdot i \cdot dt = ct \cdot i^2 dt + 2 i w \cdot di. \dots \dots \dots II a)$$

vagy:

$$H \cdot i = ct \cdot i^2 + 2 i w \cdot \frac{di}{dt} \dots \dots \dots II b.)$$

Ezen egyenlet megtekintése meggyőz bennünket hogy a főtelt körülmények között más keletkeznek indukált-folyamok (illetőleg folyam). A II b.) egyenlet jobboldalának második tagja ugyanis nem más mint új elektromotorikus munka, a melynek megfelelő elektromotorikus erő:

$$2 w \cdot \frac{di}{dt}$$

Ezen elektromotorikus erő nem lehet más mint az indukált folyamnak megfelelő. Eymódon rá lettünk vezetve a Neumann által enevonatkozólag adott törvénynek egy speciaális esetére.

A II.) egyenletből:

$$i = \frac{\mathcal{H}}{a} - \frac{vw}{a} \cdot \frac{di}{dt}$$

Ha nem keletkeznék indukált folyám, a telep intenzitása

$$i_1 = \frac{\mathcal{H}}{a}$$

volna. Tehát

$$i = i_1 - \frac{vw}{a} \cdot \frac{di}{dt}$$

Töve $\frac{vw}{a} = a$, lesz az indukált folyám intenzitása:

$$i = -a \cdot \frac{di}{dt} \dots \dots \dots \text{III.)}$$

Sorbafejtés után végre a következő relatiót nyerjük:

$$i = -a \cdot \frac{di}{dt} + a^2 \frac{d^2 i}{dt^2} \dots \dots \dots \text{IV.}$$

Itt mint látni az első tag a leírónyomó's egy az indukált folyámmal vonatkozólag a következő "törvényeket mondhatjuk ki:

- 1.) 1.) Az indukált folyám annál intenzívebb, minnél totemebb az indukáló' folyám intenzitása változása. Legegősebb indukált folyámost nyerünk tehát ha a folyámkörst hirtelenül zárjuk vagy megnyitjuk.
- 2.) 2. Az áram által nyert indukált folyám az indukáló' folyámmal ellentett irányban kering a folyám körben; mert áram's alkalmaival i , i is egyértelműleg változnak - mindeket is nagyobbodik -, emétfogva az első tag nemleges, es pedig túlnyomó lévén i is nemleges.
- 3.) A nyitás által támadt indukált folyám az indukáló' folyámmal egyenlő irányú. (a magyarázat az előbb adott-hoz hasonló).

§. §. Két változó intenzitású, nyitgató' verő'ben keringő' folyámmak indukciója.

Telen feladatunk az előbbinek alapján könnyen megoldható, ismét csak az erő megmaradás elvét kell a szóban forgó rendszerre alkalmazni.

Tudjuk már hogy egy két folyámkörből álló rendszernek potenciálja:

$$\mathcal{P} = i^2 w + i' w' + i i' W.$$

Leendő az erő megmaradás elvénél szereplő:

$$\Phi = C - (i^2 w + i' w' + i i' W) \dots \dots \dots \text{I.)}$$

A egyi erő, (a egyi erő munkája) minthogy két folyám körünk van:

$$\mathcal{H} i + \mathcal{H}' i' \dots \dots \dots \text{II.)}$$

A kalorikus erő, a két folyamtkörnek megfelelőleg:

$$\Phi' = C - (k i^2 + k' i'^2) \dots \dots \dots \text{III}$$

A külön mozgási erő 0; az elektromos erő változását elhanyagolva, lesz az erő megmaradás elve, a végtelen rövid idő tartamra vonatkozólag:

$$(H i + H' i') dt - (k i^2 + k' i'^2) dt - d(i^2 w + i'^2 w' + i i' W) = 0 \dots \dots \text{I.}$$

Ha pedig külön tekintjük a két folyamtkört:

$$\left. \begin{aligned} H i dt &= i d^2 dt + d(i^2 w) + i W di' (= 0) \\ H' i' dt &= i' d'^2 dt + d(i'^2 w') + i' W di (= 0) \end{aligned} \right\} \dots \dots \text{IV.}$$

I.) ismét azt mutatja, hogy az ömlesztési katas egyenlő az ömlesztési kalorikus erő több a rendszer potenciális erőjének változásával.

A IV.) alatti egyenletek ugyanazt fejezik ki az egyes folyamtkörökre nézve.

Jelen esetben w, w', W állandók lesznek, lesz

$$\left. \begin{aligned} H i &= i k^2 + i (2w \frac{di}{dt} + W \frac{di'}{dt}) \\ H' i' &= i' k'^2 + i' (2w' \frac{di'}{dt} + W \frac{di}{dt}) \end{aligned} \right\} \dots \dots \text{V.}$$

Az V.) alatti egyenletek azt bizonyítják hogy jelen esetben két indukált folyam keltezik; az egyik az S , a másik az S' vezetőkben. Ezek elektromotorikus erői:

$$E_0 = -[2w \frac{di}{dt} + W \frac{di'}{dt}]$$

és

$$E_{S'} = -[2w' \frac{di'}{dt} + W \frac{di}{dt}]$$

Az indukált folyamatok intenzitásai pedig, Ohm törvénye alapján:

$$\left. \begin{aligned} Y &= -\frac{2w}{a} \frac{di}{dt} - \frac{W}{a} \frac{di'}{dt} \\ Y' &= -\frac{2w'}{a'} \frac{di'}{dt} - \frac{W}{a'} \frac{di}{dt} \end{aligned} \right\} \dots \dots \text{VI.}$$

Taylor sorát alkalmazva:

$$\left. \begin{aligned} Y &= -\frac{2w}{a} \frac{di}{dt} - \frac{W}{a} \frac{di'}{dt} + \dots \dots \dots \\ Y' &= -\frac{2w'}{a'} \frac{di'}{dt} - \frac{W}{a'} \frac{di}{dt} + \dots \dots \dots \end{aligned} \right\} \dots \dots \text{VII.}$$

hol:

$$i = \frac{H}{a}; \quad i' = \frac{H'}{a'}$$

MAGYAR
TUDOMÁNYOS AKADÉMIA
KÖNYVTÁRA

A VII alatti képletekből látni hogy ez esetben sokkal bonyolultabb, de azért egyszerűbbekből még is levonhatjuk a következő tetteket:

1.) Fölteve hogy az intenzitás változás mindkét vezetőkben

egyértelmű, az indukált folyamat annál intenzí-
vebbek, minnél nagyobb az intenzitás-változás, tehát legerőseb-
bek ha mindkét folyamat egyszerre zárunk vagy nyitunk.

2.) Ha mindkét vezetőt egyszerre megmozdítunk, a keletkező
indukált folyamat ép oly irányuak mint a megmozdító fo-
lyamatok.

3.) Ha mindkét vezetőt egyszerre zárjuk, az indukált folya-
mat (egyres) ellentett irányuak az indukáló folyamatokkal.
(A magyarázat megegyezik az előbbi I. tan adottal).

4.) Ha a két folyamkör armos, s egyiket ugyanazon pillá-
natban zárjuk, a midőn a másikat nyitjuk, nem keletkezik
indukált folyamat.

A 2.) és 3.) alatt mondottakból következik hogy armosat
is adhatja elő magát - föltéve hogy a kétfolyamkörben az inten-
zitás változások ellentettek - minemint nem is keletkeznek in-
dukált folyamatok, legalább olyanok nem melyeket kísérle-
tileg kimutathatnánk.

Másodrendű végtelen kisrinyek elhanyagolásával az in-
dukált folyamatok intenzitásait a következő egyenletek ad-
ják:

$$I = - \frac{2w}{a} \frac{di}{dt} - \frac{W}{a} \frac{di'}{dt}$$

$$I' = - \frac{2w'}{a'} \frac{di'}{dt} - \frac{W}{a'} \frac{di}{dt}$$

A föltételek melyek alatt nem keletkeznek indukált
folyamatok:

$$\frac{2w}{a} \frac{di}{dt} = - \frac{W}{a} \frac{di'}{dt} \dots \dots \dots \text{VIII.})$$

$$\frac{2w'}{a'} \frac{di'}{dt} = - \frac{W}{a'} \frac{di}{dt}$$

Ezek azt mutatják hogy az egyik folyamat intenzitásá-
nak nagyobbodni, a másik folyamatnak pedig ugyan-
akkor kisebbednie kell.

A VIII.) alatti egyenletekből a következő két föltételt
nyerhetjük:

$$\left. \begin{aligned} [di] &= \sqrt{\frac{w'}{w}} [di'] \\ W &= 2 \sqrt{w \cdot w'} \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots \text{IX.})$$

Az első föltéti egyenlet meghatározza az intenzitás-vál-
tozások abszolút nagyságainak viszonyát, a második
pedig a két folyamkörnek viszonyos helyzetét.

Hogy a IX.) alatti föltéti egyenletek kielégítte-
ségekor tényleg nem keletkeznek indukált folyamatok
az erőly megmaradás elvöből is következtethető.

Hangyanis a IX. alatti föltételekből d. i. ba helyettesi-
tünk, a következő relatiót nyerjük.

$$(M_i + M'_i) dt = (L_i i + L'_i i') dt \dots \dots \dots \text{X.}$$

Ezen egyenlet nem mond egyebet, minthogy minden idő
alatt a segyi erő munkája, egyenlő a kalorikus erő
növekedésével, tehát nem lépve föl új elektromotorikus mun-
ka indukált folyamok sem keletkezhetnek.

Ha most föltételezzük hogy az S' vezetöbe minden telep be-
esatolva, $M' = 0$ $i' = 0$ s így:

$$\left. \begin{aligned} Y &= - \frac{2W}{L} \frac{di}{dt} \\ Y' &= - \frac{W}{L'} \frac{di}{dt} \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots \text{XI.}$$

Ezen egyenletekből hasonló következtetéseket vonhatni
mint előbb, de most már mindig keletkeznek indukált
folyamok.

9. §. Két mozgó vezetöben keringő folyamnak
indukáló hatása.

Ittünk egy új esetre, t. i. ama midőn a vezetök nin-
csenek többé nyugvásiban, a folyamok pedig állandó vagy
változó intenzitással bírnak.

Most is:

$$u = \frac{ds}{dt}; \quad u' = \frac{ds'}{dt}.$$

De, r , vagyis két folyamcím egymástól való távolsága,
most már nem csak s és s' -től hanem más az időtől
is függ, mert a vezetők helyüket változtatják.

Tehát

$$r = \varphi(s, s', t).$$

Emelfogva:

$$\frac{dr}{dt} = u \frac{\partial r}{\partial s} + u' \frac{\partial r}{\partial s'} + \frac{\partial r}{\partial t}.$$

s így:

$$\left(\frac{dr}{dt}\right)^2 = u^2 \left(\frac{\partial r}{\partial s}\right)^2 + u'^2 \left(\frac{\partial r}{\partial s'}\right)^2 + \left(\frac{\partial r}{\partial t}\right)^2 + 2uu' \frac{\partial r}{\partial s} \frac{\partial r}{\partial s'} + 2u \frac{\partial r}{\partial s} \frac{\partial r}{\partial t} + 2u' \frac{\partial r}{\partial s'} \frac{\partial r}{\partial t}.$$

Ezt a Weberféle alaptörvénybe helyettesítve találjuk hogy
a $+e, +e'$ részecskék potenciálja:

MAGYAR
TUDOMÁNYOS AKADEMIA
KÖNYVTÁRA

$$\mathcal{V}_{+e, +e'}^{+e} = - \frac{e e'}{r} \left[1 - \frac{1}{c^2} \left\{ u^2 \left(\frac{\partial r}{\partial s}\right)^2 + u'^2 \left(\frac{\partial r}{\partial s'}\right)^2 + \left(\frac{\partial r}{\partial t}\right)^2 + 2uu' \frac{\partial r}{\partial s} \frac{\partial r}{\partial s'} + 2u \frac{\partial r}{\partial s} \frac{\partial r}{\partial t} + 2u' \frac{\partial r}{\partial s'} \frac{\partial r}{\partial t} \right\} \right] \dots \dots \text{I.}$$

$A -\varepsilon i + \varepsilon'$ részecskék potenciálja leendő:

$$\psi_{+\varepsilon'}^{-\varepsilon} = \frac{\varepsilon \varepsilon'}{r} \left[1 - \frac{1}{c^2} \left\{ u' \left(\frac{\partial r}{\partial t} \right)^2 + u \left(\frac{\partial r}{\partial t'} \right)^2 + \frac{\partial r}{\partial t} \frac{\partial r}{\partial t'} - 2uu' \frac{\partial r}{\partial t} \frac{\partial r}{\partial t'} + 2u' \frac{\partial r}{\partial t'} \right\} \right] \dots \text{II.}$$

I.) és II.)-t összeadva, megkapjuk a $+\varepsilon, -\varepsilon, i + \varepsilon'$ részecskék potenciálját:

$$\psi_{+\varepsilon, -\varepsilon}^{+\varepsilon'} = \frac{4}{c^2} \cdot \frac{u \varepsilon \varepsilon'}{r} \frac{\partial r}{\partial t} \frac{\partial r}{\partial t'} + \frac{4}{c^2} \cdot \frac{u u' \varepsilon \varepsilon'}{r} \frac{\partial r}{\partial t} \frac{\partial r}{\partial t'} \dots \text{III.}$$

$A +\varepsilon, -\varepsilon, -\varepsilon'$ részecskék potenciálja leendő:

$$\psi_{-\varepsilon'}^{+\varepsilon, -\varepsilon} = -\frac{4}{c^2} \cdot \frac{u \varepsilon \varepsilon'}{r} \frac{\partial r}{\partial t} \frac{\partial r}{\partial t'} + \frac{4}{c^2} \cdot \frac{u u' \varepsilon \varepsilon'}{r} \frac{\partial r}{\partial t} \frac{\partial r}{\partial t'} \dots \text{IV.}$$

Vége a $+\varepsilon, -\varepsilon, +\varepsilon', -\varepsilon'$ részecskék potenciálját megkapjuk, ha az utolsó két egyenletet összeadjuk:

$$\psi_{\varepsilon, \varepsilon'} = \frac{8}{c^2} \cdot \frac{u u' \varepsilon \varepsilon'}{r} \frac{\partial r}{\partial t} \frac{\partial r}{\partial t'} \dots \text{V.}$$

Mint hogy e kifejezés a nyugvó vezetőkre vonatkozólag találttal megegyezik, követeljük hogy a két folyamkör egymásra való potenciálja most is a

$$\Phi_{ii'} = i i' W \dots \text{VI.}$$

egyenlet által adatik, de azért mégis nagy a különbség, melyet azonban csak akkor vehetünk észre ha a potenciál változását keressük.

Midőn ugyanis a vezetőkre nyugvótak és az intenzitás állandó volt, $d\Phi_{ii'} = 0$ volt.

Midőn a vezetőkre nyugvótak, de az intenzitások változóak voltak $d\Phi_{ii'} = W d(i i')$ volt.

Most ellenben mind a három tag változó; így:

$$d\Phi_{ii'} = d(W i i').$$

Hasonlóan:

$$d\Phi_i = d(W i^2)$$

$$d\Phi_{i'} = d(W i'^2)$$

hol.

$$W = \frac{1}{c^2} \iint \frac{1}{r} \frac{\partial r}{\partial t} \frac{\partial r}{\partial t'} ds ds' \dots \text{d.}$$

$$W' = \frac{1}{c^2} \iint \frac{1}{r} \frac{\partial r}{\partial t} \frac{\partial r}{\partial t'} ds ds' \dots \text{p.}$$

Az d.) alatti integrál az S, a p.) alatti S' folyamkörre terjesztendő ki. Egy két folyamkörből álló ily rendszernek potenciáljának változása:

$$d\Phi = d(i'w + i'w' + i i' W)$$

így

$$\Phi = C - d(i'w + i'w' + i i' W) \dots \text{VII.}$$

10. §. Egy változó alakú vezetőben keringő folyamnak önmagára való indukciója.

Általánosság kedvéért mindjárt változó intenzitásúnak

akarjuk föltételezni az alakját változtató folyam-
körben keringő folyamat.

Isten. értünkre így mint azt előbb tettük nem alkalmas-
hatjuk az erőmegmaradás elvét, mert a metalan működő
külső erők nem léve centrálisak, nincs kielégítő az
els alkalmasmaradásaának főföltéte.

Alkalmashatjuk azonban az eleven erő elvét mely azt
fejezi ki hogy a működő erők által végerett munka egyen-
lő az elevenerő változásával. A külső erők által a dt idő-
tartam alatt végerett munkát dM_k -val jelölve, leend:

$$dM_k = d(i^2 w) + H i dt = i^2 dt + dE_m^L + dE_m^H. \quad I.)$$

A külső mozgási erő vagy elevenerő változása: dE_m^H ,
két részből áll: az elektrodinamikus és a külső erők által
okozott elevenerő változásból. Az előbbi = $+ i^2 dw$, az utób-
bi pedig egyenlő a külső erők munkájával dM_k -val.
Leend:

$$dE_m^H = i^2 dw + dM_k. \quad II.)$$

I.) be helyettesítve leend:

$$H i dt = i^2 dt + i^2 dw + d(i^2 w). \quad III.)$$

(dE_m^L + az elektromos mozgási erő változását innét elhanyagol-
gottuk). A III.) relatio azt fejezi ki, hogy a vegyi hatás
minden időelem körben egyenlő a kalonikus és a poten-
tiális erők változásainak összegével, több az elektro-
dynamikus erők által végerett külső munkájával.
II.)ből.

$$i^2 dw = dE_m^H - dM_k$$

Isten egyenlet pedig nem mond mást, mint hogy az
elektro-dynamikus erők munkája egyenlő az eszköz
által végerett vagy fölcserélt külső munkával.

III.)ből:

$$\begin{aligned} H i dt &= i^2 dt + i^2 dw + 2 i w di + i^2 dw \\ &= i^2 dt + 2 i^2 dw + 2 i w di \\ &= i^2 dt + 2 i (i dw + w di) \end{aligned}$$

$$H i dt = i^2 dt + 2 i d(i w). \quad IV.)$$

Isten egyenlet értelmében a keletkezett indukált
folyam elektromotorikus ereje
- $2 d(i w)$

Az törvénye szerint, tehát az indukált folyam
intenzitása:

$$J = - \frac{2}{A} \cdot d(i w). \quad V.)$$

Ezen képletet így is írhatjuk:

$$Y = - \frac{2w}{s} \frac{di}{dt} - \frac{2i}{s} \frac{dw}{dt}$$

Ezen egyenlet nyiltan mutatja hogy ezen esetben tulajdon képen két indukált folyam keletkezik, melyek intenzitásai:

$$\left. \begin{aligned} Y_1 &= - \frac{2w}{s} \frac{di}{dt} \\ Y_2 &= - \frac{2i}{s} \frac{dw}{dt} \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots \text{VII.}$$

Az első indukált folyam mint látni az intenzitás változás folytán marad, a második pedig a verető alakváltoztatása folytán keletkezik.

Ha az intenzitás állandó csak a második indukált folyam marad meg, mely mint látni, szintén annál intenzívebb minnél nagyobb a potential (w) változása.

Az Ampère féle törvény segítségével könnyen kimutatható hogy w arányos a sebességgel melylyel a folyam kör részecskéi mozgásukat végzik. Ebből folyik hogy a verető mozgása okozta indukált folyam intenzitása is arányos a részecskék sebességével.

A törvényt Weber dynamometerjével kísérletileg is kimutotta.

Ha az V.1) alatti egyenletre Taylor sorát alkalmazzuk a következő kifejezést nyerjük míg az indukált folyam intenzitásának:

$$Y = - \frac{2}{s} \frac{d(iw)}{dt} + \frac{4}{s^2} \frac{d}{dt} \left[w \cdot \frac{d(iw)}{dt} \right] - \dots \dots \dots \text{VIII}$$

hol immét:

$$i = \frac{Y}{s}$$

11. §. Két mozgó veretőben keringő folyam indukciója.

Egyesre egy kétséget főtesszük, hogy a veretők merevek, tehát w is w' állandók. A veretők viszonylagos helyzetüket változtatják: egyrészt az elektro-dinamikus, másrészt a külső erők hatása folytán.

Most is az eleven erők elvét és nem az erő megmaradás elvét kell alkalmaznunk - a külső nemcentrális erők miatt -.

A külső elevenerő változása jelen esetben:

$$dE_m^k = ii' dW + dM_k \dots \dots \dots \text{I.}$$

miből:

$$ii' dW = dE_m^k - dM_k$$

Mely egyenlet ismét azt fejezi ki, hogy az elektrodinamikuss erő által végrehajtott munka egyenlő az eszközt által végrehajtott vagy fölemésztett külső munkával.

Az eleven erő elve hurokérték így szól: a külső eleven erő változása plus a belső eleven erő változása egyenlő a külső munka plus a belső munkával.

Vagyis: $dE_m^k + dE_m^b = dM_k + dM_b$ II.)

dE_m^k -t már ismerjük. Az elektromos rendszer két eleven erejének elhanyagolásával $dE_m^b = (S_i^2 + S_i'^2) dt$ I.)

A belső munka dM_b pedig négy részből áll:

- 1.) Az S vezetők potenciális erejének változása: $-d(i^2 w)$
- 2.) Az S' folyamkör " " " " " $-d(i'^2 w')$
- 3.) A két folyamkör egymásra való potenciálisnak változása: $-d(i i' W)$
- 4.) A vegyi erők munkája: $[d(i i' W) + d(i i' W)] (H_i + H_i') dt$

Emeljük:

$$dM_b = (H_i + H_i') dt - d(i i' W + i^2 w + i'^2 w') \dots \dots \dots III.)$$

I.) III.) és I.)-t II.) be helyettesítve, lesz:

$$(H_i + H_i') dt = (S_i^2 + S_i'^2) dt + i i' dW + d(i i' W + i^2 w + i'^2 w') \dots \dots \dots IV.)$$

Avval: A vegyi erők munkája, egyenlő, a kalorikus és a potenciális erej változásainak összegével, több az eszközt által végzett vagy fölemésztett külső munkával.

Ha az eleven erőt külön a két folyamkörre alkalmazva, a következő relációt nyerjük:

$$\left. \begin{aligned} H_i dt &= S_i^2 dt + d(i^2 w) + i d(i' W) \\ H_i' dt &= S_i'^2 dt + d(i'^2 w') + i' d(i W) \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots V.)$$

Mint hogy fölterésünk szerint w és w' állandók:

$$\left. \begin{aligned} H_i dt &= S_i^2 dt + i [2 di \cdot w + i dw] + i d(i' W) \\ H_i' dt &= S_i'^2 dt + i' [2 w' di' + i' dw'] + i' d(i W) \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots VI.)$$

Ezen esettel későbbben részletesebben foglalkozandunk, most az V.) alatti általános, mondjuk legáltalánosabb esetet rendezendőkörünk közelebből szemügyre venni.

V.)ből:

$$\left. \begin{aligned} H_i dt &= S_i^2 dt + i [2 di \cdot w + i dw] + i d(i' W) \\ H_i dt &= S_i^2 dt + i \{ 2 w \cdot di + i dw + i' dW + W di \} \\ H_i' dt &= S_i'^2 dt + i' \{ 2 w' di' + i' dw' + i dW + W di \} \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots VII.)$$

Ezen egyenlet pár azt mutatja hogy mindkét folyamkörben indukált folyamok keletkeznek

Az S veretöben keletkező indukált folyam elektromos ereje:

$$- (2w \frac{di}{dt} + i \frac{dw}{dt} + i' \frac{dW}{dt} + W \frac{di'}{dt})$$

Az S' veretöben keletkező indukált folyamé pedig:

$$- (2w' \frac{di'}{dt} + i' \frac{dw'}{dt} + i \frac{dW}{dt} + W \frac{di}{dt}).$$

Az intenzitások tehát:

$$\begin{aligned} Y &= - \frac{2w}{u} \frac{di}{dt} - \frac{i}{u} \frac{dw}{dt} - \frac{i'}{u} \frac{dW}{dt} - \frac{W}{u} \frac{di'}{dt} \\ Y' &= - \frac{2w'}{u'} \frac{di'}{dt} - \frac{i'}{u'} \frac{dw'}{dt} - \frac{i}{u'} \frac{dW}{dt} - \frac{W}{u'} \frac{di}{dt} \end{aligned} \quad \dots \dots \text{VIII.}$$

Ezen egyenletek azt mutatják hogy ezen legáltalánosabb esetben tulajdonképen minden egyes folyamkörben négy indukált folyam keletkezik, melyek intenzitásai:

az S veretöben

az S' veretöben

$$\begin{aligned} Y_1 &= - \frac{2w}{u} \frac{di}{dt} \\ Y_2 &= - \frac{W}{u} \frac{di'}{dt} \\ Y_3 &= - \frac{i}{u} \frac{dw}{dt} \\ Y_4 &= - \frac{i'}{u} \frac{dW}{dt} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Y'_1 &= - \frac{2w'}{u'} \frac{di'}{dt} \quad \dots \dots \dots d.) \\ Y'_2 &= - \frac{W}{u'} \frac{di}{dt} \quad \dots \dots \dots p.) \\ Y'_3 &= - \frac{i'}{u'} \frac{dw'}{dt} \quad \dots \dots \dots g.) \\ Y'_4 &= - \frac{i}{u'} \frac{dW}{dt} \quad \dots \dots \dots s.) \end{aligned}$$

Ezen képlet sorozat valamennyi esetet magában foglal. Látni hogy Y_1 és Y'_1 azon indukált folyamok intenzitásai melyek azért keletkeztek mert az S illetve az S' folyamkörben változott az intenzitás; Y_2 folyam S folyamkörben támad mert S' ben változik az intenzitás; Y'_2 pedig S' ben mert S ben változik az intenzitás.

Y_3 és Y'_3 azért keletkeznek mert a veretők alakja változik, Y_4 és Y'_4 pedig azért mert a folyamkörök viszonylagos helyeiket változtatták.

Látni tehát, hogy minden egyes intenzitás és helyváltozásnak kidois indukált folyam felel meg a két folyamkörben, s hogy a kísérletileg kimutatható indukált folyamok a négy rendbeli indukált folyamok eredményei.

Térjünk most vissza arra az esetre, a midőn a folyamkörök merevek, tehát w és w' állandók. Ekkor i_3 és $i'_3 = 0$ emel fogva:

$$\begin{aligned} Y &= - \frac{2w}{u} \frac{di}{dt} - \frac{i}{u} \frac{dW}{dt} - \frac{W}{u} \frac{di'}{dt} \\ Y' &= - \frac{2w'}{u'} \frac{di'}{dt} - \frac{i}{u'} \frac{dW}{dt} - \frac{W}{u'} \frac{di}{dt} \end{aligned} \quad \dots \dots \dots \text{IX.}$$

Sorba fejtve:

$$\begin{aligned} Y &= - \frac{2w}{u} \frac{di}{dt} - \frac{i}{u} \frac{dW}{dt} - \frac{W}{u} \frac{di'}{dt} + \dots \\ Y' &= - \frac{2w'}{u'} \frac{di'}{dt} - \frac{i}{u'} \frac{dW}{dt} - \frac{W}{u'} \frac{di}{dt} + \dots \end{aligned} \quad \dots \dots \dots \text{X.}$$

Most tegyük föl, hogy a telepek elektromotorikus erei

állandók. Ekkor i és i' is állandók s így:

$$\left. \begin{aligned} Y &= - \frac{i_i'}{s} \cdot \frac{dW}{dt} \\ Y' &= - \frac{i_i}{s'} \cdot \frac{dW}{dt} \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots \text{XI.})$$

Látni ebből hogy a viszonylagos helyváltoztatás okozta indukált folyamat hasonló törvényeknek hódolnak mint a többiek. Tehát az indukált folyamatok annál intenzívebbek, minnél nagyobb a potential változása, vagyis minnél sebesebb a folyamkörök helyváltoztatásának viszonylagos sebessége (Ampère törvénye alapján ugyanis kimutatható hogy $\frac{dW}{dt}$ arányos a sebességgel).

Továbbá azt is mutatják (hogy) a XI.) alatti egyenletek, hogy az egyik vezetőkben keletkező indukált folyamat annál erősebb minnél intenzívebb a másik vezetőkben keringő folyamat.

W -nek alakjából következik hogy az annál nagyobb lesz minnél közelebb jő a két folyamkör. Legegyenlőbb az indukált folyamatok ha az folyamkörök nagy sebességgel közelítettnek egymáshoz vagy eltávolítottak egymástól.

Az indukált folyamatok irányát a XI.) alatti egyenletek így határozzák meg: Ha a folyamkörök közelítettnek egymáshoz, az indukált folyamatok ellentett irányúak az indukáló folyamatokkal; ha pedig eltávolítottuk a folyamköröket egymástól az indukált folyamatok egyirányúak az indukáló folyamatokkal.

Ha másodrendű végtelen kis mennyiségeket elhanyagolunk és merev folyamköröket tekintünk föl:

$$\left. \begin{aligned} Y &= - \frac{2w}{s} \cdot \frac{di_i}{dt} - \frac{W}{s} \cdot \frac{di_i'}{dt} - \frac{i_i'}{s} \cdot \frac{dW}{dt} \\ Y' &= - \frac{2w'}{s'} \cdot \frac{di_i'}{dt} - \frac{W'}{s'} \cdot \frac{di_i}{dt} - \frac{i_i}{s'} \cdot \frac{dW}{dt} \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots \text{XII.})$$

Ezen eset nagyon bonyolódott, mert a változó mennyiségek változása sok variációra képes; majd igenlegesek, majd nemlegesek az indukált folyamatok intenzitásai, a szerint a mint az igenleges vagy a nemleges tagok túlsúlyomok.

Figyelni való aramban, hogy az az eset is adhatja elő magát, hogy az igenleges és nemleges tagok leontják egymást, tehát hogy nem keletkezik indukált folyamat sem az S , sem az S' folyamkörben. Hogy mikor áll be ez az eset, erre könnyű a feleletet kitalálni.

Hogy l. i az en. vonatkozó föltételeket megkapjuk, nem kell egyebet tennünk, mint a XII.) alatti egyenletek jobb oldalait 0- val egyenlíteni. Ezáltal a következő két föltételeget nyerjük:

$$\frac{2w}{u} \frac{di_i}{dt} + \frac{W}{u} \frac{di_i'}{dt} = - \frac{i_i'}{u} \frac{dW}{dt}$$

és

$$\frac{2w'}{u'} \frac{di_i'}{dt} + \frac{W}{u'} \frac{di_i''}{dt} = - \frac{i_i}{u'} \frac{dW}{dt}$$

vagy még:

$$\left. \begin{aligned} 2w \cdot di_i + W di_i' &= - i_i' dW \\ 2w' di_i' + W di_i'' &= - i_i dW \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots \text{XIII.})$$

A két föltételeget, a változó mennyiségek körül kettőnek változását meghatározva, j. d. meghatározva mint két változónak az intenzitások ha a potential (W) bizonyos módon változik.

XIII.)ből ugyanis:

$$\left. \begin{aligned} di_i &= \frac{i_i' W - 2w i_i''}{W^2 - 4w w'} dW \\ di_i' &= \frac{i_i W - 2w' i_i'}{W^2 - 4w w'} dW \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots \text{XIV.})$$

és

Egy harmadik dW-től független föltétellel:

$$di_i = \frac{i_i' W - 2w i_i''}{i_i' W - 2w' i_i'} di_i' \dots \dots \dots \text{XV.})$$

Isiakság és elegendő aronban ha a XIV.) alatti föltételek kívannak elégítve.

Nem tudom helyes alapon nyugozamatok e okoskodásaim, nem tudom tették e már ily irányú kísérleteket, amnyit azonban tudok, hogy - ha igaz ítéletek - a kísérleti kimutatás csak a legegyszerűbb mechanikai alakkal bíró folyamatokra (kör, négyzet stb) valóna lehetséges; továbbá csak közelítő eredményeket adna.

De mássírt nem tagadható, hogy ha kísérleti hibáknak nem lennénk kitéve, a megközelítés teljes volna, mert második magasabb rendű végtelen kicsinyeknek hatásait kísérlet útján föl nem deríthetnénk.

12. §. A magneto-indukció.

Eddig letárgyaltuk az úgynevezett volta-indukciónak minden lehetőségeit; megtaláltuk az indukált folyamatok intenzitásait akár csupán az intenzitásváltozás, vagy csupán a vezetők mozgása

vagy végre mind az intenzitás mind a vezetők hely-
váltorása lett legyen sika az indukált folyamatok keletke-
zésének.

A magneto indukciónak egyes eseteit hasonlóan tár-
gyalhatnók, csak hogy itt abból a formulából kell kiindul-
ni, mely megadja az erőt melylyele egy mágneses részecs-
ke egy folyamelemeire hat s viszont.

Ezen erő, ha a pozitív mágneses részecskéket du -vel jelöl-
jük sűrűsége pedig

$$= \frac{i \cdot du}{r^2} \sin(r \cdot ds) ds.$$

Az eljárás melyet ebből kiindulva követni kell, tel-
jesen hasonló ahhoz melyet a volta-indukció tárgyalá-
sában követtünk. A különbség csak abban van hogy a
potentiál melyet most is - így mint előbb - keresni kelle-
me, más, tehát csak a betűk váltornának, a lényeg ugya-
naz maradna. Éczt magát az eljárást mellőzzük s meg-
elégzünk az eredmények fölborolásával.

1.) Ha mind a folyam mind a mágnes intenzitása
állandó és mindkettő nyugvó állapotban, az eredmény megma-
rad és elvett alkalmazva, arra az eredményre jövünk hogy
ily körülmények között indukált folyam nem kelet-
kezhet.

2.) Ha akár a folyam, akár a mágnes vagy akár mind-
kettőnek intenzitása változik, bármindkettő nyugvó,
föllel is elektromotorikus erő vagyis keletkezik indu-
kált folyam.

3.) Ha mind az eredményre vezetettünk a legáltalánosabb
esetben, midőn mind a folyam mind a mágnes intenzi-
tása és helyzete (relatív) változik.

Ezért zárujuk a harmadik fejezetet, melyben megis-
merkedtünk mind azon esetekkel melyekben indukált
folyamok keletkeznek.

Célbrenink tartjuk, hogy foglalkozzunk röviden az
indukált folyamok alkalmazásával is, vagyis az elektro-
mágneses gépekkel. Ezek képernek a 4-ik és utolsó fejezet
tárgyát.

IV. Fejezet.

Az elektro-mágneses gépekről.

1. §. Eörmények.

Az indukált folyamok legfontosabb alkalmazásukat

az elektromágneses gépeknél találják. Gépek igen különböző szerkezetűek lehetnek, de mégis valamennyit két típusra osztathatni: rezgő és sőtörő gépekre (I). A rezgő elektromágneses gépeknél egy delező váltó elektromágnes magához vonz egy más elektromágnest vagy lágy vas darabot, amint azonban az érintés megtörtént egy commutátor megfordítja a folyam irányát és a lágy vas darab eltaszítatik az elektromágnes által. Eután ismét hozzávonratik s ez a rezgő mozgás melyet külső munka végrehajtása is fordíthatni, mind addig tart míg az impulsus megvan.

A forgó elektromágneses gépek egy nyugvó meg egy forgó elektromágnes rendszerből állannak rendszerint. A forgó mágnesek, engedve az elektrodinamikus erőnek egy biztos egyensúly helyet felé tartanak, de a mint azt elviek egy a gép által mozgatótt folyamfordító ellentettévé teszi a működő erőket s így a mozgás tovább tart s hasonlóan hasznosítható mint minden egyéb forgó mozgás. Mind e gépek ismét két-félek. A gépek egyik neménél (Köhren, Graham) az indukált folyamok végrehajtott külső munka árái keletkeznek, a gépek másik neménél pedig kalorikus, illetve vegyi erő árái.

Favre ugyanis kimutatta hogy amennyiben ha egy folyamkörbe egy működő elektromágneses gépet csatolunk, a folyamkörben kevesebb hő fejlődik mint ha a gép nincs működésben, tehát nem végzettetik külső munka.

Ebből a kísérleti tényből kiindulva, Verdet (Lk. 168. lap) állandó telepre nézve kimutatja az indukált folyamok szikszágát és kimutatta az indukált folyam elektromotorikus erejét.

Mint hogy az így talált eredmények nagyon szép összhangraiban vannak a mieinkkel, s a levezetés maga is igen tancsba'gos be akartuk art iktatni dolgozatunk keretébe.

Kísérletünk magunknak egy állandó folyamot szolgáltatató telepet (pé. Daniell felet), melynek folyamkörébe egy elektromágneses gép van csatolva mely azonban gátolva van működésében. I. vel jeltölve a folyam intenzitását leendő a Poule fele törvény értelmében:

$$E \cdot Q = m \cdot V^2 \cdot L \quad \text{I.}$$

hol E a hő mechanikai egyenértékét, Q a teljes folyam körben (tehát a teleppel együtt) fejlődött hő mennyisége,

Ed. az összes ellenállást jelentik
 ε . F vel jelölve a telepben működő elektromotorikus erő
 összegét, leendő Ohm törvénye alapján:

$$Y = \frac{\varepsilon F}{\varepsilon R}$$

Emelfogva I.) így is írható:

$$E. Q = m. Y \varepsilon F \dots \dots \dots \text{II.})$$

Válasszuk most az intenzitás egységeit azon folyam in-
 tenzitását, mely az időegység alatt egy equivalentens vör-
 tont fel. E folyam, mint azt a Faraday féle törvényből
 tudjuk ugyan azon idő alatt bármely más vegyi letből
 is fölbonthat egy equivalentens. Ha tehát egy telep szob-
 gáltatná azt az egység intenzitási folyamot, az időegy-
 ség alatt, minden egyes elemében egy equivalentens vegyi
 hatás származnék. Ha az ennek megfelelő hőmennyi-
 séget k . val jelöljük, az egész telepben a vegyi erő által
 az időegység alatt végrehajtott munka $E \varepsilon k$. leendő.
 Az intenzitás egységének (Q) megfelelő hőmennyisé-
 get $\frac{Q}{Y} = q$ - val jelölve, leendő:

$$E. \frac{Q}{Y} = E. q = E \varepsilon k.$$

II.) kölcsönben:

$$E. \frac{Q}{Y} = m. \varepsilon F$$

Emelfogva:

$$m \varepsilon F = E \varepsilon k \dots \dots \dots \text{III.})$$

mely egyenlet azt mutatja hogy a folyamkörben*
 fejlődő hőmennyiség arányos a telep elektromotorikus
 erejével.

Ha most föltesszük hogy az elektro-magneses gé-
 pet működni engedjük, az az időegység alatt $m \frac{Q}{Y}$ körül-
 munkát végez. Ekkor a telepben már nem fejlődhe-
 dik annyi hő mint előbb, mert ebből az követhetnék
 hogy ugyanannyi vegyi erőnek egy esetben egy bizonyos
 kalorikus erő, más esetben ezen kívül még bizonyos kül-
 sö munka felét meg, ami nyilván lehetetlen.

Ebből látni mennyire hasonlítanak e gépek a gőz-
 gépekhez. Ezeknél mint tudjuk a türelő szer kalorikus
 erőlye lesz, ennek egy része pedig általában körül mun-
 kává, az elektro-magneses gépeknél a vegyi erő munká-
 ja kalorikus erőlye válik át s ennek egy része itt is
 körül munkává alakul át. de rész mint látni fogjuk
 nagyobb mint a gőzgépeknél.

* telephelyen

** lásd a 30 ik lapon F -nek jelentőségét, illetve jelentését.

Az intenzitás egyrészének megfelelő "hőmennyiség" már most nem q , hanem ennél kisebb q' .

Leend:

$$Q \pm k = I + \varepsilon q'$$

Ha a telepben folyó "dó" hőmennyiség csökkent, a III.) alatti reláció értelmében, kell hogy az elektromotorikus erő is csökkent legyen, vagyis följelített egy új, az előbbivel ellentett elektromotorikus erő: $\varepsilon q'$.

Leend:

$$\varepsilon q' = m(\varepsilon F - \varepsilon q)$$

s így:

$$\varepsilon \pm k = I + m(\varepsilon F - \varepsilon q) \quad \dots \dots \dots \text{IV.})$$

A εq elektromotorikus erőnek egy folyam felel meg, mely nem egyéb mint az indukált folyam mely a folyamkörben a főfolyammal ellentett irányban kering s így annak hatását csökkenti: a folyamkörben egy kisebb intenzitású eredő folyam kering. (ez kísérletileg is bebizonyítható).

A III.) és IV.) alatti egyenleteket össze foglalva, a követhető relációt nyerünk az indukált folyam elektromotorikus erejére nézve:

$$I = m \cdot \varepsilon q$$

Árval: az elektromágneses gép annál több munkát képes végezni minnél intenzívebb az indukált folyam.

I -vel jelölve azt az időt mely alatt az I intenzitású folyam bont fel egy aequivalenst, lesz:

$$Y = \frac{1}{I}$$

s így:

$$\frac{I}{Y} = m \cdot Y \pm q$$

a végtelen rövid dt időtartamra nézve pedig ha $\frac{I}{Y} - 1$ röviden H -val jelöljük:

$$H dt = m Y \pm q \cdot dt \quad \dots \dots \dots \text{V.})$$

Hogy az indukált folyam elektromotorikus erejét meghatározhasunk specializálunk kell.

1.) Tegyük fel hogy a gép egy mozgó mágnes folyamkörből áll, melyre külső mágnes vagy más folyamkör hat.

Es esetben, mint az elektrodinamikából tudjuk:

$$H dt = dt \int R \cdot I \cdot v \cdot \cos \varphi \cdot ds \quad \dots \dots \dots \text{VI.})$$

hol $R Y ds$ a ds folyam elemre működő "erők" eredőjét jelenti. v a sebesség, melylyel a ds folyam elem a külső erő ölt.

tal továbborgáttatik, φ az a szög, melyet a v sebesség iránya az R eredő irányával képez.

V.) és VI.) ot egybekapcsolva, találjuk hogy ez esetben:

$$\varepsilon \varphi = \frac{1}{m} \int R. v. \cos \varphi. ds. \dots \dots \dots \text{VII.})$$

Neumann egész más úton ugyan erre az eredményre jött. VII.) art fejezi ki hogy az indukált folyam elektromotorikus ereje, s így intenzitása is, arányos a sebességgel, melylyel a folyamkör egyes elemei továbborgáttatnak. (Ez a törvénye mi is rájöttünk 108. 22 lap).

Tekintsük most azt az esetet, midőn a folyamkörre kívülől, sem mágnes, sem más folyamkör nem hat, de a folyamkör egyes elemei megváltoztatják viszonylagos helyzetüket.

Ezen esetre vonatkozólag az elektrodynamika a következő képletet szolgáltatja:

$$Y dt = dt \iint R. Y. v. \cos \varphi. ds. ds'$$

ennek fogva:

$$\varepsilon \varphi = \frac{Y}{m} \iint R. v. \cos \varphi. ds. ds'. \dots \dots \dots \text{VIII.})$$

Ezen reláció melyet Neumann szintén más úton talált art fejezi ki, hogy jelen esetben az indukált folyam elektromotorikus ereje (tehát intenzitása is) az indukáló folyam intenzitásával és a folyamelemek sebességével arányos. (Ugyan e törvényt a 22. lap VI. alatti második egyenlet is adja meg).

MAGYAR
TUDOMÁNYOS AKADEMIA
KÖNYVTÁRA

14. §. Az elektro-mágneses gépek elméleti előnyei.

Az előbbi §. ban kimutattunk hogy az elektromágneses gépek működése igen hasonló a gőzgépekéhez sőt hogy lényegben véve e két nembeli gépek ugyanazok. Nem érdektelen már most meg tudni, vajon minő gépeket alkalmazunk, gőzgépet, vagy elektro-mágneses gépet. Nyilván valóan azt fogjuk alkalmazni, mely tökéleteseb.

A gőzgépek tökéletességének mértéke, mint tudjuk a haszon hányados (coefficient économique), istve ez alatt azt a törtet melynek számlálója a hasznosított kalorikus erő, nevezője pedig összes a gépnek átszolgáltató kal. erő.

Hasonló haszonhányados. adja meg az elektromágneses gépek tökéletességének mértékét.

T. i. az elektromágneses gép annál tökéletesebb minnél nagyobb része az összes kalorikus erőnek alakul át külső munkává. Az összes kalorikus erőnek a mértéke azonban nem más (13 §) mint a telep elektromotorikus ereje \mathcal{E} , a külső munkává alakult, vagyis hasznosított kalorikus erőnek mértéke pedig arindukált folyam elektromotorikus ereje: \mathcal{E}' .

Emelfogva az elektromágneses gépeknél a haszonhányados:

$$h = \frac{\mathcal{E}'}{\mathcal{E}} \dots \dots \dots \text{I.})$$

Hogy mai most megtudjuk melyik gép tökéletesebb, azt kell keremni melyiknél nagyobb a haszon hányados.

Könnnyű kimutatni hogy szempontból tekintve a dolgot, az elektromágneses gépek sokkal tökéletesebbek mint a gőzgépek, sőt, hogy - elméletben - a tökély legmagasabb fokára képesek.

Míg ugyanis, a gőzgépeknel a haszon hányados a legjobb esetben $\frac{1}{8}$, vagyis az összes kalorikus erőnek csak egy nyolcad része hasznosítható, addig az elektromágneses gépeknél a haszon hányados - legalább elméletben - 1-ig fokozható, vagyis elérhetjük hogy az összes kalorikus erő külső munkává alakuljon át.

És fogjuk most mutatni hogy állításunk az elektromágneses gépek minden egyes nemre nézve igaz.

1.) Az elektromágneses gép álljon egy állandó helyzetű mágnesből és egy mozgó vezetőből melyben folyam kering.

A 13. § D. ban kimutattuk hogy ily gépnél az indukált folyam elektromotorikus ereje:

$$\mathcal{E}' = \frac{1}{m} \int R \cdot v \cdot \cos \varphi \cdot ds.$$

továbbá Ohm törvénye értelmében:

$$Y = \frac{\mathcal{E}'}{\mathcal{E}} \dots \dots \dots \text{II}$$

hol Y a gép működés körben a folyam körben keringő folyam intenzitását jelenti.

R -ről tudjuk hogy az csak a részecskék viszonylagos

helyzetétől függ, a sebesség semmi befolyással nem bír rá. Ebből következik hogy ha a gép mozgási sebességét alkalmas beindulás által folyton nagyobbítjuk $\varepsilon \varphi$ is folyvást nagyobbodni fog. Határértéke nyilvánvalóan εF , mert ha $\varepsilon \varphi$ ennél nagyobb lehetne még, az azt tenéi hogy valamitől többet, vagyis semmitől valamit lehetne előállítani.

Ia tehát a gép mozgási sebessége végnélkül nagyobbodik, $\varepsilon \varphi$ végnélkül közeledik εF hex, a haszonhányados pedig végnélkül közeledik 1 hex.

Emélfogva írhatjuk:

$$\lim. \left(\frac{\varepsilon \varphi}{\varepsilon F} \right) = 1.$$

De ha a határra értünk $\varepsilon \varphi = \varepsilon F$ s így a II.) alatti-
látás értelmében $\mathcal{I} = 0$, ami annyit jelent hogy a folyam
körben nem kering folyam, tehát a gépnek meg kellene
állania.

Emélfogva mondhatjuk hogy az I.) alatt jellemzett
elektro-mágneses gépeknel, a sebesség növekedése által nö-
vevethető ugyan a haszonhányados, de ugyanazon időben
csökken az abszolút munka s így a hasznosított munka
is. Midőn a haszonhányados legmagasabb értéket érte el,
igaz, az egész kalorikus erő növekedés hasznosíthatik, a baj
azonban az, hogy ekkor éppen nincs kalorikus erő növeke-
dés, tehát munkasem. Más szóval: Nagyobbodik folyvást
a hasznosított és az összes kalorikus erőnek viszonya, de ex
utóbbi folyvást csökken.

Beláthatni azonban hogy az eszköznek bizonyos se-
bességénél megállapodva, még mindig jóval nagyobb
haszonhányadosra tehetünk szert mint a minővel a gör-
gépek bírnak, annélkül hogy a gép működése akadályoz-
va volna: azily elektromágneses gépek elvileg sok-
kal tökéletesebbek tehát a görgépeknel.

2.) A gép mozgó és nyugvó(alak) alkatrészeiben ugyan
azon folyam kering. (v. ez az alkatrészek elektromágnesek
aragy csak folyamtekercsek is lehetnek).

A III. §. VIII. ik egyenlete értelmében, ez esetben
az indukált folyam elektromotorikus ereje:

$$\varepsilon \varphi^* = \frac{1}{m} \iint R. v. \cos \varphi. ds. ds'.$$

* Nem szabad sem előtéríteni, hogy csak állandó telepről szólunk.

A folyamintenzitás pedig ismét:

$$Y = \frac{\sum F - \sum \varphi}{\sum A} \dots \dots \dots \text{d.)}$$

$\sum \varphi$ nek előbb adott értéket ebbe helyettesítve:

$$Y = \frac{\sum F - \frac{1}{m} \iint R \cdot v \cdot \cos \varphi \cdot ds \cdot ds'}{\sum A}$$

így:

$$Y = \frac{\sum F}{\sum A + \frac{1}{m} \iint R \cdot v \cdot \cos \varphi \cdot ds \cdot ds'} \dots \dots \dots \text{III.)}$$

Ha v ismét határtalanul növekedik, a III.) alatti tört ne-
verője is azt teszi, a tört maga, vagyis az intenzitás, pedig
határtalanul közeledik 0-hoz.

Így gépeknél is áll tehát hogy a folyam megszüntet-
készenléténél ha a forgó vagy forgó mozgás sebességét végtelenül
nagyobbitjuk.

d.) hol

$$Y \sum A + \sum \varphi = \sum F$$

Ha a fontuslitett határhoz értünk $Y = 0$, így
 $\sum \varphi = \sum F$

tehát

$$\frac{\sum \varphi}{\sum F} = 1.$$

Így gépekről is kíván mutatni hogy a haszonhánya-
dos lehető legnagyobb értékeig b. 1. ig fokozható anélkül
hogy a gép mozgását végtelenül sebesebbé tesszük.

Amit tehát az 1.) alatt jellemzett elektromágneses
gépekről elmondunk most is érvényes.

Itt is semmi hasznunk nincs ha a haszonhányados
lehetőleg fölszigázzuk, de azért a sebességnek bizonyos körép-
értékénél megállapodva a 2.) alatt jellemzett gépek is még
jóval tökéletesebbek mint a gőzgépek.

3. A gép mozgó és nyugvó elektromágnesekből áll
s valamennyi át ugyanazon folyam kering

Mindenekelőtt keressünk kell mi $\sum \varphi$ nek értéke
ezen bonyolított esetben.

A 13 §. V.) egyenlete értelmében:

$$H = m \cdot Y \sum \varphi$$

hol H - ismételyük - a géptől az időegység alatt
végrehajtott külső munkát jelenti
Ezen munka azonban jelen esetben három részből áll.

1.) A folyamelenek közt működő elektrodinamikuss erő munkája:

$$Y^2 \iint R. v. \cos \varphi. ds. ds'. \dots \dots \dots 1.)$$

2.) Az elektromágnesek és a mozgó vezetőh közt működő erő munkája:

$$Y \sum f(Y) \int S. u. \cos \varphi. ds. \dots \dots \dots 2.)$$

Itt Y helyébe $f(Y)$ lépett, mert az elektromágnes intenzitása valami függvénye a folyam intenzitásának, tehát $f(Y)$ vel jelölhető. S , u , φ hasonló jelentéssel bírnak mint R , v , φ .

3.) Végre azon munka, melyet az elektromágnesek közt működő erő hajtana végre:

$$\sum f_1(Y) f_2(Y) U. \cos \theta. w. \dots \dots \dots 3.)$$

hol $f_1(Y)$ $f_2(Y)$ U , w , θ hasonló jelentéssel bírnak mint $f(Y)$ R , v és φ .

Leend:

$$\begin{aligned} H = & Y^2 \iint R. v. \cos \varphi. ds. ds' + Y \sum f(Y) \int S. u. \cos \varphi. ds + \\ & + \sum f_1(Y) f_2(Y) U. w. \cos \theta. \end{aligned}$$

Összekapcsolva ezt az egyenletet a $H = m Y \sum \varphi$ relációval:

$$\begin{aligned} Y \sum \varphi = & \frac{Y^2}{m} \iint R. v. \cos \varphi. ds. ds' + \\ & + \frac{Y}{m} \sum f(Y) \int S. u. \cos \varphi. ds + \\ & + \frac{1}{m} \sum f_1(Y) f_2(Y) U. w. \cos \theta. \end{aligned}$$

Így az $f(Y)$ függvények valamennyien arról a tulajdonsággal bírnak, hogy Y vel arányosakká válnak ha Y végtelen felé közeledik; emielfogva

$$\lim \left(\frac{f(Y)}{Y} \right) = \text{véges}$$

így

$$f(Y) = Y \times \text{véges m.}$$

Leend:

$$\frac{Y}{m} \sum f(Y) \int S. u. \cos \varphi. ds = Y^2 \varphi(Y).$$

hol $\psi(Y)$ oly függvény mely véges értéket vesz fel, ha $Y=0$ lesz. Hasonló eljárást követve az $f(Y)$ és $g(Y)$ függvényekkel, lesz:

$$Y \approx \psi = Y^2 M + Y^2 \psi(Y) + Y^2 \chi(Y).$$

emlékeztetve az indukált folyami elektromotorikus erője számára végtelen követhető kifejezést nyercük:

$$\varepsilon \psi = Y [M + \psi(Y) + \chi(Y)] \dots \dots \dots \text{IVa)}$$

rövidebben:

$$\varepsilon \psi = Y \cdot \Phi(Y) \dots \dots \dots \text{IV.)}$$

$\Phi(Y)$ hasonló tulajdonságú függvény lévén mint $\psi(Y)$.

Ismerve $\varepsilon \psi$ -t hozzá foghatunk annak kimutatásához, hogy a 3.) alatt jellemzett gépek is tökéletesebbek a görögéknél.

Helyettesítve IV.) ből az

$$Y = \frac{\varepsilon F - \varepsilon \psi}{\varepsilon \psi}$$

relációba, lesz:

$$Y = \frac{\varepsilon F - Y \Phi(Y)}{\varepsilon \psi}.$$

s így:

$$Y = \frac{\varepsilon F}{\varepsilon \psi + \Phi(Y)} \dots \dots \dots \text{V.)}$$

A IVa) és IV.) egyenletek értelmében:

$$\Phi(Y) = M + \psi(Y) + \chi(Y).$$

Fontos M , $\psi(Y)$ és $\chi(Y)$ azon tulajdonsággal bírnak, hogy végtelenül nagyobbodnak ha v , u és w , vagyis a mozgó részek sebességei végtelenül nagyobbodnak, nyitvánva lóan $\Phi(Y)$ is birtokos ezen tulajdonsággal.

De ha ez úgy van, akkor az V.) alatti relációból az követhetik hogy Y ezen esetben is a 0 határérték felé közeledik ha a gépet határállimúl sebes és sebes mozgásba hozzuk.

V.) ből:

$$Y \varepsilon \psi + Y \Phi(Y) = \varepsilon F$$

vagyis

$$Y \varepsilon \psi + \varepsilon \psi = \varepsilon F.$$

Ha a fentfelrejtett határhoz értünk $Y=0$ s így

$$\varepsilon \psi = \varepsilon F$$

tehát innét

$$\frac{\varepsilon \psi}{\varepsilon F} = 1.$$

Látjuk már most hogy minden úgy van, mint az előbbi két esetben: az elektromágneses gépek e harmadik nevével is jelentékeny előnyre tehetünk szert, ha a mozgó részek bizonyos sebességénél vagyis a folyamintenzitás bizonyos véges értékénél megállapodunk.

Mily nagy egy elektromágneses gép haszonhányadosa, ha az intenzitás melynél megállapodtunk I_0 könnyen kiszámítható.

Ha ugyanis I_0 -val jelöljük a folyamintenzitást akkor esetben ha a gép működésében gátolva van, lesz

Továbbá az intenzitás melylyel a folyama gép működési körében bír:

$$I = \frac{\varepsilon F}{u} - \frac{\varepsilon \varphi}{u}$$

$$\frac{\varepsilon \varphi}{u} = I_0 - I$$

$$\frac{\varepsilon F}{u} = I_0$$

ennek fogva:

$$\frac{\varepsilon \varphi}{\varepsilon F} = \frac{I_0 - I}{I_0} \dots \dots \dots \text{VII.})$$

Ezen egyenlet alapján az elektromágneses gépek haszonhányadosát rendkívül egyszerű módon kiszámíthatjuk.

15. §. Az elektro-mágneses gépek a gyakorlatban.

A gyakorlatban, az elektromágneses gépek előbb kifejtett előnyei nagyobbára semmivé törpülnek.

1.) Így mint a gőzgépeknel, úgy az elektromágneses gépeknel is, a súrlódás és egyéb akadályok tetemesen csökkentik a haszonhányados értékét.

2.) Horra járul hogy az elektromágnesesek intenzitása határolt és egy bizonyos netovább (maximum) felé közeledik ha a folyama intenzitása végnélkül nagyobbodik is. Hogy a lehető legelőnyösebb eredményekre teherünk szert, a lehető leglägyabb vasat kell alkalmazni hogy lehető kevés pazaroltassék a "veresítő erő" legyőztetésére.

3.) A legnagyobb akadály azonban az, hogy az elektro-

mágneses gépek hajtására szükséges elektromos folyam előállításához oly aránytalanul költséges hogy e miatt minden elméleti előny semmivé lesz.

Foule számítása szerint ugyanis a kalorikus erőnek elektromos folyam segítségével való előállítása 50-60 szor többbe kerül mintha szén elégetése által állítjuk azt elő.

E körülményt tekintetbe véve, beláthatjuk, hogy bár a gőzgépek hasonlányadosa a legjobb esetben csak $\frac{1}{8}$, az 50-60 szoros elősőbbbség miatt, mindig tetemes nyereséggel jár a munkának gőzgéppel való végzetése.

Nem lesz indektelen azon munka netorábját keresni, melyet egy elektro-mágneses gép egy bizonyos időtartam alatt végrehajtani képes és a körülményeket, melyek mellett a gépek a lehető legnagyobb hasznot nyújtják.

Ezéből jelöljünk V -vel oly függvényt, mely a sebességgel együtt végnélkül kisebbedik. Ekkor az indukált folyam elektromotorikus erjét így írhatjuk:

$$\mathcal{E}V = V' V.$$

Erőfőgva:

$$V = \frac{\mathcal{E}F - V' V}{\mathcal{E}A}$$

sígy

$$V = \frac{\mathcal{E}F}{\mathcal{E}A + V'} \quad \dots \quad \text{I.})$$

\mathcal{E} dt idő alatt végrehajtott munka:

$$W dt = m. V' V^2 dt.$$

vagy ha I.)-et tekintetbe vesszük:

$$W dt = m. V' \frac{(\mathcal{E}F)^2}{(\mathcal{E}A + V')^2} dt$$

Ha a gép mozgása szabályos (stationnaire) lett (mivel csak a forgó surkötőknél írható el), a

$$W = m. V' \frac{(\mathcal{E}F)^2}{(\mathcal{E}A + V')^2} \quad \dots \quad \text{II.})$$

egyenlet adja a gép által az időegység alatt végrehajtott munkát.

Keressük most ennek netorábját a differenciálszámítás szabályai szerint, vagyis egyenlítőit 0-val a II.)

alatti egyenlet jobb oldalán levő "menyiségnek elő" differenciál hányadosát.

És által a körtekör föltéti egyenletet nyerjük:

$$(\varepsilon d + \gamma)^2 - 2\gamma(\varepsilon d + \gamma) = 0$$

vagyis

$$\gamma = \varepsilon d.$$

de ekkor:

$$\gamma = \frac{1}{2} \cdot \frac{\varepsilon F}{\varepsilon d}$$

tehát:

$$\gamma = \frac{1}{2} \gamma_0. \dots \dots \dots \text{III.})$$

Az elektro-mágneses gép tehát akkor szolgáltatja a legnagyobb munkát, ha a forgás sebessége oly nagy hogy a folyam intenzitás az eredetinek fele legyen.

Ez körülmények közt a hasonhánnyados:

$$h = \frac{\gamma_0 - \gamma}{\gamma_0} = \frac{1}{2}.$$

A legtöbb hasznunk tehát akkor van ha a gépet úgy rendezzük be hogy a hasonhánnyados csak $\frac{1}{2}$ legyen, tehát a telep szolgáltatja kalorikus erély felét elvonnunk engedjük.

Azon elektro-mágneses gépeknél, melyeknél kúrió munka során keletkezik az indukált folyam (Hörses stb). szintűgy vagyunk.

Ezt névvel Soule kimutatta hogy az indukált folyam által fejlesztett kalorikus erély is oly nagy mint az a kúrió munka, melyet az indukált folyam előállítására végrehajtunk kellett. (a mire az erély megmaradása elvöl is körtekertethetni).

A gép azonban a legjobb esetben a kalorikus erélynek isgy a végrehajtott kúrió munkájának is csak felét értékesíti. Mind. mellett ezen gépek előnyesebbek mert a kúrió mozgási erély nem oly költséges, mint az a kalorikus erély melyet az elektromos folyam veretójében állítunk elő.

A felsorolt okoknál fogva az elektro-mágneses gépek mai napig nagyobb munkák végrehajtására nem alkalmazhatók.

Annál előnyesebben alkalmazhatók oly esetekben, midőn a végrehajtandó munka igen esetély, de pontos motorra van szükség; jö körvonalakat körítésénél vagy

vagy mérő sudak vonalozásánál. Legelterjedtebb azonban az elektro-mágneses gépek alkalmazása az elektromos világításnál mely mind nagyobb körökben kezd terjedni.

Larszo'

Feladatomban megoldását a IV ik fejezetrel - a mennyire amugyis-befejezve; nem mulasztatom el, néhány megjegyzést tenni, az általam követett tárgyalást illetőleg.

A II ik fejezet legnagyobb részét az általános esélymegmaradás elvének levezetése képezi. Elvezetés axon tárgyaláson alapszik melylyel Verdet az esélymegmaradás elvének érvényességét statikus rendelkezés* kimutatja.

A III ik fejezet, mely a részletes tárgyalást tartalmazza, Charles Priest „Mechanische Wärmetheorie”-je nyomán készült. Nem tértem el ugyan arról követett eljárás lényegétől, de - így vélem - sokkal könnyelműbbé és rövidőbbé tettem az által, hogy mindig a potenciált keresve követtem, kikértem egy csomó bonyolódott differenciációt, melyeket ha Priest eljárását követtem - követtem volna végre nem kellett volna.

Azonkívül sokkal inkább részletezem a képleteket, mi által a különböző esetekből eredő indukált folyamatok felismerésére vezettem, mely névtáblázat a használtam segédformák sok egyikeben sem található.

A IV ik fejezet végre teljesen Verdet műveinek második kötetén nyugszik. Ennek oka abban rejlik hogy Verdet utolsó vonatkozó tárgyalásai rendkívül egyszerű és oly könnyen érthetőek, így hogy ezeket elhagyva, nagy hiányt véltem hazni dolgozatomban.

Hogy mindvégig a legnagyobb gonddal dolgoztam, ki nem kerülheti a bíráló-olvasó figyelmét a legnagyobb jutalmamat abban lelve hogy szerény dolgozatom érdemleges bírálatra méltatnék.

Kiváncsatok az indukált elektromos folyamatok elmélete
a hő mechanikai elméletének alapján.

Budapest 1880 október 19

Pötvös László

MAGYAR
TUDOMÁNYOS AKADÉMIA
KÖNYVTÁRA

994 lap

Méltóságos

Dr. b. Eötvös Loránd.

orsz. közép-t. tanárvisgáló
b. tag ir felkéretik

. Szunyogh Ede.
számára az elnevelési tisztséget
haból. házi feladványt
kitűzni.

Budapest 1880. okt. 9.

[Signature]
az orsz. közép-t. tanárvisg.
bizottság elnöke.

Mélt. Dr. C. Eötvös Loránd

ország. közép-tanárvisg. bizottsági

tag úrnak

Kunffy István

melékelt dolgozatáról szóló bírálatát

kérnem ezen íven legfeljebb két hónap

lefordítása alatt velem közölni, és

a dolgozat elfogadásán esetén a közt-

beli feladványt is kitűzteni.

Budapest 1881. évi június 16.

Székely István

az ország. közép-tanárvisg.

bizottság elnöke

Ms 5093/48

Egy körpöt, melynek spórái mint anyagukhoz, mint méreteikhez ille-
tőleg egyenlők a körpő tengelye körül inga módjára lengésbe keznek.
Miként függ az inga lengési idője a spórák által képviselt súly értéke-
től?

Mekkora a total reflectio szöglete flint üveg és víz határfelületén?

A víz töréskoefficiense 1,33

A flint üveg töréskoefficiense = 1,60

Spinnikarmuaké ki egy csillagásfati távcső méretei, melynek lineáris
nagyítása 100 legyen. Az objectív és oculár egyenlően nagyított
képfelület, melynek körö képsége $1,5$.

Mennyivel változik 1 liter víz nehézsége, ha egy méterrel magasabbra
emeljük?

Vizsgálatai Kérdések

MAGYAR
TUDOMÁNYOS AKADÉMIA
KÖNYVTÁRA

Hogyan helyett vízzel szerkesztünk barometert. Hogyan
juzzuk avval a légnyomását mérni?

Há a földön 1 méter magasra tudok ugorni,
milyen magasra ugorok a napon?

A nap tömege: 350000 földtömeg
A nap sugara: 112 földszár

Ezt homogén gömb köpött van egy pont, melyben az általuk gya-
korult vonzó erőkre eredője Null. Mekkora e pontban a potenciál
függvény értéke, ha a gömb töltetése m és m' töltéssűrűségei tétele
pedig l.

{ Egy galván elemet huzattal beáramlik. Mily összerúgás van ill
a huzal ellenállása az elemhez azon esetben, ~~ha~~ mikor a galván-
elem működése a huzalban a legnagyobb.

Flazgan váltóját a potenciálfigyelmű és a sporulár istéke
a főtörvény helyében a főtörvényi közeppontjától még távolabbal?

Wie gross ist die Gewichtsänderung eines Liter Wassers bei 4° Celsius ,
wenn es um 1 Meter gehoben wird?

Es sei die Schwingungsdauer eines Declinationsnadel gleich 1 Secunde .
Wie gross ist die Schwingungsdauer derselben Nadel, wenn sie
als Inclinationsnadel aufgehängt im magnetischen Meridiane
schwingt

Egy minden tekintetben egyenlő spárából álló körzöt
tenyelve körül inga módjára lengésbe hozunk. Milyen
fűző és inga lengésideje a spára által képezett szög értéke-
től?

Mekkora a total reflectio' szöglete flint üveg és víz
határfelületén?

$$\text{A víz lörö' képsége} = 1,33$$

$$\text{A flint üveg lörö' képsége} = 1,60$$

Hogyan mérjük az elektromos potential különbséget?

Mi különbség van a természetes fény és a Circuláris-
polarizált fény között?

Egy mágnestű lengési ideje vízszintes síkban 1 másodperc. Mekkora
az a lengési idő ha a tű inclinatio'ján médjára a mágneses meridián
síkjában leng?

Mekkora a total reflectio' szöglete flint üveg és víz határfel-
letén?

$$\mu \text{ víz törésképessége} = 1,33$$

$$\mu \text{ flint üveg törésképessége} = 1,60$$

8

Kit homogén gömb köpött van egy pont, melyen az általuk
gyakoralt vonzó erőknél eredője nulla. Mekkora a pontban
a potenciál függvény értéke, ha az egyik gömb tömege m , a
másiké m' , középpontjaik távolsága pedig f .

Memóriával változik a kilágyra nem képe, ha egy méterrel
magasabbra emeljük?

—
Hol fekszik az egy fűző pontnak képe, mely két párhuzamos
sík között köze van helyezve?

Mi a mágneses momentum? Hagyan határozzuk meg
egy mágnesrúd mágneses momentumát?

Mekkora a total reflectió szöglete flint üveg és
víz határfelületén?

A víz töréskénysége: 1,33, a flint üveg töréskénysége 1,60